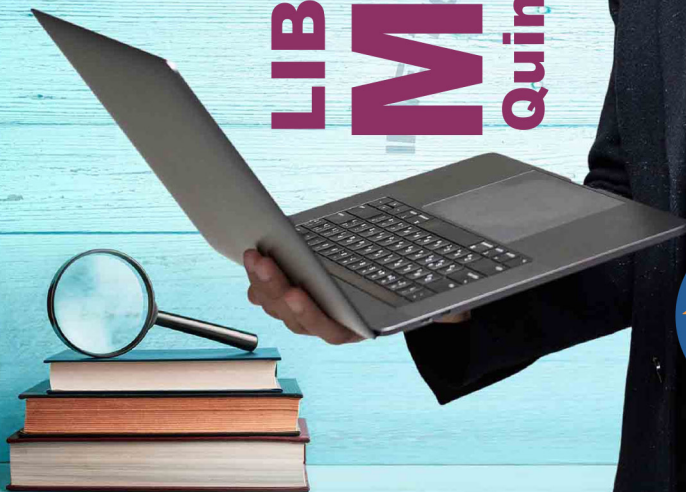


VENSI 2021

**ENCUENTRO NACIONAL DE
SEMILLEROS DE INVESTIGACION
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**LIBRO DE
MEMORIAS**
Quinta Edición: 2021



ISSN: 2619-4201



**UNIVERSIDAD
SANTOTOMÁS
TUNJA**

VIGILADA MINEDUCACIÓN • SVIES 1782

Quinto Encuentro Nacional de Semilleros de Investigación de Ingeniería Industrial V ENSIII

LIBRO DE MEMORIAS

Quinta Edición: 2021

ISSN: 2619-4201



Contenido

Introducción	9
Comité organizador.....	11
Comité científico	12
Comité editorial.....	13
Metodología	14
Pasos para el envío de propuestas	14
Líneas temáticas (tracks).....	15
Modalidades	15
Modalidad de presentación.....	15
Convocatoria de candidaturas para el premio de la mejor presentación oral y mejor póster estudiantil en el V ENSIII 2021	17
Elegibilidad	17
Proceso de solicitud.....	18
Etapas y proceso de la competencia	18
Premiación	19
Fechas importantes	19
OBJETIVOS	20

PRESENTACIONES ORALES	21
INVESTIGACIONES TERMINADAS.....	21
Caracterización de la Gestión de la Innovación de las MiPymes del sector lácteo ubicadas en el Departamento de Cundinamarca.	22
Influencia de los hábitos saludables en la aparición de desórdenes musculoesqueléticos de origen laboral en grupo de trabajadores administrativos.....	34
Logística fluvial del Sector Hidrocarburos a través del Río Magdalena desde el puerto de Barrancabermeja Santander.....	45
Teoría de análisis de colas aplicada a la prestación del servicio de Dispensario de medicamentos	55
Tendencias del consumidor turístico Post-Covid hacia el departamento de Boyacá	80
 PROPUESTAS DE INVESTIGACIÓN.....	 95
Propuesta para la elaboración de vidrios fotovoltaicos a partir de la extracción de ceniza volante.....	96
 PROYECTOS EN CURSO.....	 108
Aplicativo informativo para el semillero de investigación SEINPRO	109
Sistema de control de reciclaje en QT5 - ASOCANITAS 1.0.....	117
Factores que influyen en la fuerza de agarre. Revisión literaria	125

PÓSTER.....	135
INVESTIGACIONES TERMINADAS.....	135
Mejora de los procesos productivos a través de Heijunka en las PYMES.....	136
Evaluación de la calidad percibida del servicio en atractivos Turísticos de Villa de Leyva.....	145
PROPUESTAS DE INVESTIGACION.....	153
La industria 4.0 y lean SIX sigma como herramientas de mejora de la productividad de las pymes	154
El internet de las cosas para la mejora del inventario en Pymes de manufactura.....	164
Evaluación del impacto en la salud de los habitantes del municipio de Sibaté, Cundinamarca causado por la producción de asbesto	176
Estimación económica del beneficio de la implementación de las tecnologías de la industria 4.0 en las empresas del sector de producción del acero en el corredor industrial de Boyacá	181
PROYECTOS EN CURSO.....	187
Asocanitas análisis lógico de un sistema de recolección de reciclaje en c++	188
HEW - filtro de agua a base de carbón activado	193
Mejoramiento continuo en la empresa Amoblarte, bajo el enfoque metodológico Lean Six Sigma.....	198
Aplicación de los sistemas de calidad para la conservación de la inocuidad en la cadena productiva de la papa.....	205

Implementación de la metodología KAIZEN para la mejora de los servicios de peluquería y salones de belleza: Caso Stilos Marleny.....	209
Innovación empresarial para madres cabeza de Familia del Departamento de Boyacá.	214
Formación de comunidades campesinas cercanas a la cabecera del municipio de tunja, sobre los beneficios y posibilidades de la utilización del agroturismo como estrategia de diversificación del negocio agrícola	217
Propuesta para la valorización industrial de los residuos orgánicos generados en los cultivos de fresa del municipio de Sibaté, enmarcado en la economía circular	224
Conclusiones	234

Introducción

La investigación en la actualidad ha sido constantemente abordada como un componente esencial en las instituciones de educación superior, en el cual se busca involucrar activamente el quehacer investigativo en los ámbitos de docencia, enseñanza y de formación profesional. Razón por la cual, la Universidad Santo Tomás Tunja, desde la facultad de ingeniería Industrial, presenta el compendio de los trabajos que fueron sustentados por estudiantes y docentes de diferentes Universidad de Colombia en el 5°ENCUENTRO NACIONAL DE SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN DE INGENIERÍA INDUSTRIAL 2021 (V ENSIII 2021), que fue desarrollado el 05 de noviembre de 2021, donde se ofrecieron variedad de temas de interés para la comunidad investigativa en la rama de la ingeniería industrial, con la participación de algunos ponentes y conferencistas nacionales e internacionales que compartieron sus ideas y puntos de vista en investigación.

Recordemos que la razón de ser de los semilleros de investigación es compartir, obtener y desarrollar conocimientos y habilidades investigativas en los estudiantes, que les permita abordar soluciones enfocadas a la resolución de problemas relacionadas con su área de estudio y que sean un referente para posteriores investigaciones. Por medio del Encuentro de Semilleros de Investigación de Ingeniería Industrial (ENSIII), se busca fomentar y socializar anualmente los resultados obtenidos de los proyectos de investigación llevados a cabo por los diferentes semilleros de la rama de la ingeniería Industrial y

profesiones afines de las Instituciones de Educación Superior a nivel nacional y Latinoamérica.

En el año 2021 se llevó a cabo el V Encuentro de Semilleros de Investigación de Ingeniería Industrial (ENSIII) donde se abordaron temáticas relacionadas con competitividad empresarial, Industria 4.0, Innovación, Seguridad y salud en el Trabajo, Sostenibilidad, Logística, Gestión de operaciones, de modo que se propiciaron información relacionada con el desarrollo de soluciones que permitirán a la industria local y las empresas de servicios de las diferentes regiones, generar transformación de valor por medio del mejoramiento de los procesos productivos.

El desarrollo del evento generó un proceso de integración entre docentes y estudiantes de diferentes Universidades de Colombia, donde a través de ponencias y póster se socializaron propuestas de investigación, proyectos en curso e investigaciones terminadas desarrolladas por cada uno de los semilleros que integran las diferentes Universidades participantes de la rama de la Ingeniería Industrial; este espacio permitió compartir experiencias pedagógicas investigativas e intercambio de conocimientos, el presente documento compila todas las presentaciones sustentadas en el V Encuentro de Semilleros de Investigación de Ingeniería Industrial (V ENSIII)

Comité organizador

Mg. Carlos Alirio Beltrán,
Decano de facultad Ingeniería Industrial
Universidad Santo Tomás

PhD. Diana Mireya Ayala Valderrama,
Líder de Investigación de la Facultad de Ingeniería Industrial,
Director del grupo de investigación GISPA
Líder semillero Eco-Materiales Industriales
Universidad Santo Tomás

Mg. Andrés Alejandro Fernández,
Líder de Responsabilidad Social de la Facultad de Ingeniería Industrial,
Líder semillero INNOVA
Universidad Santo Tomás

Mg. Juan Sebastián Vélez,
Líder de currículo Facultad de Ingeniería Industrial,
Líder del semillero INGEUSTA
Universidad Santo Tomás

Mg. Julián David Silva,
Líder de Internacionalización de la Facultad de Ingeniería Industrial,
Universidad Santo Tomás

Comité científico

PhD. Sandra Consuelo Díaz Bello,
Dirección de investigación e innovación
Universidad Santo Tomás

Mg. Carlos Andrés Quiroz,
Docente facultad ingeniería industrial
Universidad Santo Tomás

Mg. Julián David Silva Rodríguez,
Líder de Internacionalización de la Facultad de Ingeniería Industrial,
Docente facultad ingeniería industrial
Universidad Santo Tomás

PhD. Diana Ayala Valderrama,
Docente facultad ingeniería industrial
Líder de Investigación de la Facultad de Ingeniería Industrial,
Director del grupo de investigación GISPA
Líder semillero Eco-Materiales Industriales
Universidad Santo Tomás

Comité editorial

Mg. Carlos Alirio Beltrán,
Decano de facultad Ingeniería Industrial
Universidad Santo Tomás

Mg. Andrés Alejandro Fernández,
Líder de Responsabilidad Social de la Facultad de Ingeniería Industrial,
Líder semillero INNOVA
Universidad Santo Tomás

Mg. Juan Sebastián Vélez,
Líder de currículo Facultad de Ingeniería Industrial,
Líder del semillero INGEUSTA
Universidad Santo Tomás

Mg. Martha Liliana Castillo,
Docente facultad ingeniería industrial
Universidad Santo Tomás

Metodología

El Quinto Encuentro Nacional de Semilleros de Ingeniería Industrial se desarrolló de forma presencial y virtual, los trabajos se presentaron en dos auditorios que funcionaron paralelamente, Auditorio Mayor Santo Domingo y el Auditorio Paraninfo Bicentenario de la Universidad Santo Tomás Tunja, durante el desarrollo del evento se contó con la participación de 36 proyectos como ponentes en modalidad ORAL y PÓSTER. El evento contó con la participación de universidad diferentes a las sedes y seccionales de la Universidad Santo Tomás, se tuvo una participación total de 11 Universidades que dieron a conocer su trabajo investigativo desde los semilleros, como pares evaluadores del evento participaron 29 docentes de la facultad de ingeniería industrial de las sedes y seccionales de la Universidad Santo Tomás, contamos con el registro como asistentes de 346 personas.

Los trabajos que fueron presentados en el V ENSII, llevaron a cabo previamente los siguientes pasos:

Pasos para el envío de propuestas

Los trabajos enviados debían seguir las normas editoriales y utilizar la plantilla creadas para el evento que fue compartida en la página web de la Universidad, las imágenes tenían que ser en formato jpg o tiff con una resolución de 300 píxeles, todo documento se envió al e-mail: semilleroingenieriaindustrial@usantoto.edu.co. Los trabajos presentados debían estar dentro de las siguientes líneas temáticas y cada participante elegía las modalidades de participación.

Líneas temáticas (tracks)

- Competitividad empresarial,
- Industria 4.0,
- Innovación,
- Seguridad y salud en el Trabajo,
- Sostenibilidad,
- Logística
- Gestión de operaciones.

Modalidades

- Propuesta de investigación
- Investigación en curso
- Investigación terminada

Modalidad de presentación

Presentación oral [Un máximo de 2 estudiantes como autores, y el tutor]

- Investigación en curso
- Investigación terminada

Presentación póster [Un máximo de 2 estudiantes como autores, y el tutor]

- Propuesta de investigación
- Investigación en curso

Presentación oral

- Las charlas invitadas duran 45 minutos; las charlas aportadas son de 15 minutos (Ver plantilla para presentación). En todos los casos, las preguntas y respuestas tendrán 5 minutos adicionales.
- El número y el horario de su presentación se publicarán en la sesión de usuario y en el libro de programas en la página web de la SANTOTO
- Presentaciones virtuales
 - Las presentaciones deben ser enviadas previamente al correo semilleroingenieriaindustrial@usantoto.edu.co a más tardar el día 29 de octubre de 2021, el archivo debe ser gradado como Número de presentación-Nombre_Apellido (ver el número en el programa).
 - Los ponentes deben de disponer de buen internet con acceso a cámara y micrófono quienes proyectarán y realizarán su

presentación directamente, en caso de presentar inconveniente para proyectar, desde el evento se realizará la proyección.

- Después de la presentación, el ponente debe asegurarse de firmar la Hoja de Sesión proporcionada por el Organizador del Encuentro o los Monitores de Estudiantes para obtener su certificado de presentación. [Formulario Google]

Presentación de poster

- Ver formato póster (página web del evento).
- El póster debe enviarse antes del día 29 de octubre de 2021 al correo semilleroingenieriaindustrial@usantoto.edu.co
- Las sesiones de carteles finalizan a las 5:00 pm, para lo cual debe estar pendiente según programación del evento.
- El número de su póster se puede encontrar en la programación de presentaciones
- Para optimizar el tiempo disponible, es necesario que confirme su asistencia al encuentro a más tardar el día 29 de octubre de 2021 enviando el documento de poster al correo semilleroingenieriaindustrial@usantoto.edu.co
- Tenga en cuenta que es posible que no podamos proporcionar un tiempo de presentación para su póster si no ha sido confirmada su participación y tenga en cuenta que debe confirmar cada póster que va a presentar en el V ENSIII2021.

Los pósteres deben incluir cada una de las siguientes secciones (o sus equivalentes):

- Título
- Autores
- Introducción
- Problema de investigación
- Justificación
- Objetivos
- Metodología
- Resultados (obtenidos o esperados)
- Nuestro equipo de trabajo
- Agradecimientos
- Bibliografía

Los participantes tuvieron la oportunidad de participar en la convocatoria para premiación que se describe a continuación:

Convocatoria de candidaturas para el premio de la mejor presentación oral y mejor póster estudiantil en el V ENSIII 2021

17

El Encuentro de investigación ENSIII reconoce la excelencia de los proyectos de investigación de los estudiantes a través del Premio a la Mejor Presentación oral de Estudiantes y Premio al Mejor Póster de Estudiantes.

En esta competencia, los proyectos de los estudiantes son evaluados a través de su presentación oral y póster en el 5º ENCUENTRO NACIONAL DE SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN DE INGENIERÍA INDUSTRIAL (V ENSIII 2021) por un panel de jueces en función de su relevancia, contenido, claridad, efectividad de la presentación y conocimientos demostrados por los participantes. El encuentro otorga premios por categoría, para cada modalidad

Presentación oral

Premio a mejor investigación en curso

Premio a mejor investigación terminada

Presentación póster

Premio a mejor propuesta de investigación

Premio a mejor investigación en curso

Elegibilidad

- Los estudiantes participantes deben enviar una recomendación de su (s) asesor (es)
- Los participantes deben ser los primeros autores de los resúmenes en competencia en el V ENSIII 2021
- Todos los participantes deben ser estudiantes activos de pregrado en Ingeniería Industrial al momento de su presentación en el V ENSIII 2021
- Los participantes deberán estar presentes en el tiempo asignado correspondiente a su sesión de presentación oral o poster

- El diseño y la presentación oral y póster deben estar preparados en español, que es el idioma oficial del evento.
- Los resúmenes en competencia deben ser aceptados para presentación oral y póster en el V ENSIII 2021, respectivamente.

Proceso de solicitud

Los estudiantes pueden solicitar el premio a la mejor presentación oral y al mejor póster para estudiantes cargando los siguientes documentos a través de su sesión de usuario de V ENSIII 2021.

- Copia del resumen enviado
- Formulario de solicitud completa y firmada
- Carta de aceptación de los organizadores del encuentro de investigación.
- Una versión reducida del poster, en formato PDF o una copia en PDF de la presentación oral, según corresponda al premio que requiera.
- Copia del carnet estudiantil que acredita que el estudiante está inscrito en un programa académico de pregrado.

Etapas y proceso de la competencia

Los criterios de preselección incluyen la calidad del resumen y el póster o de las diapositivas de presentación, según aplique, su relación adecuada con los objetivos del ENSIII2021. El proyecto mejor calificado será nominado para el Premio a la Mejor Presentación oral de Estudiantes y al Premio al Mejor Póster de Estudiantes, si existe empate el comité organizador definirá el ganador, en función del desempeño de los autores durante la presentación, incluida la capacidad para responder preguntas, guiar a los espectadores a través de las diapositivas o póster según aplique y comunicar los elementos importantes de la investigación presentada. Garantizando así transparencia en la selección

La organización general del ENSIII se asegurará de que todos los trabajos nominados estén claramente identificados por los asistentes generales durante las sesiones de carteles.

Premiación

Se otorgó premiación a los estudiantes que participaron en el V ENSIII asignando los siguientes premios, de acuerdo a la modalidad de participación.

19

Modalidad de presentación Oral

Primer puesto: Dos Tablet

Segundo Puesto: Dos Smartwatch

Tercer puesto: Dos Audífonos

Modalidad de presentación póster

Primer puesto: Dos Tablet

Segundo Puesto: Dos Smartwatch

Tercer puesto: Dos Audífonos

Fechas importantes

Las fechas en que se llevaron a cabo cada una de las etapas del evento se describen a continuación

Fechas	Descripción
30 de junio de 2021	Apertura de inscripción al V ENSIII 2021
12 de agosto de 2021	Cierre de la inscripción al V ENSIII 2021
01 al 15 de septiembre de 2021	Publicación de trabajos seleccionados para participar en el V ENSIII2021
24 de septiembre	Publicación de resultados
04 al 08 de octubre de 2021	Publicación del programa de presentaciones V ENSIII 2021
05 de noviembre de 2021	Evento V ENSIII 2021
22 de noviembre al 03 de diciembre	Envío de certificados de participación

Objetivos

Promover la investigación científica aplicada dentro de los programas de pregrado de ingeniería industrial a nivel nacional y latinoamericano, por medio de la discusión abierta entre estudiantes y docentes con la socialización de métodos y procesos de investigación.

Compartir experiencias exitosas de proceso de investigación formativa en las diferentes temáticas que abarca la ingeniería industrial a nivel nacional y Latinoamérica.

VENSI II 2021

**ENCUENTRO NACIONAL DE
SEMILLEROS DE INVESTIGACION
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PRESENTACIONES
ORALES**

**INVESTIGACIONES
TERMINADAS**



INVESTIGUEMOS

Caracterización de la Gestión de la Innovación de las MiPymes del sector lácteo ubicadas en el Departamento de Cundinamarca.

Characterization of the Innovation Management of, MSMEs in the dairy sector located in the Department of Cundinamarca.

Luana Sofía Cordeiro Cubillos ^a,
Diego Alejandro Guevara Rodríguez ^b,
Wilfrido Javier Arteaga Sarmiento ^c,

^a Estudiante de Ingeniería Industrial, Semillero de Investigación
– PROPYLOG, Universidad Militar Nueva Granada, est.luana.cordeiro@unimilitar.edu.co

^b Estudiante de Ingeniería Industrial, Semillero de Investigación
– PROPYLOG, Universidad Militar Nueva Granada, est.diegoa.guevara@unimilitar.edu.co

^c Magíster en Ingeniería Industrial de Ingeniería Industrial,
Semillero de Investigación – PROPYLOG, Universidad Militar
Nueva Granada, wilfrido.arteaga@unimilitar.edu.co

Resumen

Con el propósito de realizar una caracterización acerca de la gestión de la innovación que se desarrolla en las MiPymes del sector lácteo del departamento de Cundinamarca se hizo recolección de información a través de un cuestionario tipo encuesta para el cual se realizó un muestreo no probabilístico intencional donde se contó con la participación de seis empresas, se tuvieron en cuenta tres enfoques de la guía para la autoevaluación de la gestión de la innovación empresarial, llegando a la conclusión que las MiPymes del sector lácteo del departamento de Cundinamarca cuenta con una buena organización en lo que respecta a la cultura de innovación destinando el tiempo de personal recursos y diseñando actividades con las cuales pueda distinguir sus capacidades y habilidades a potencializar para generar innovación.

Palabras claves: innovación, sector lácteo, estrategias, MiPymes, éxito, productividad.

Abstract

In order to carry out a characterization about the management of the innovation that takes place in the MSMEs of the dairy sector of the department of Cundinamarca, information was collected through a survey-type questionnaire for which an intentional non-probabilistic sampling was carried out where six (6) companies participated, three (3) approaches from the guide for the self-evaluation of business innovation management were taken into account, reaching the conclusion that MSMEs in the dairy sector of the department of Cundinamarca have a good organization in terms of Regarding the culture of innovation, allocating the time of staff resources and designing activities with which they can distinguish their capacities and abilities to be potentiated to generate innovation.

Keywords: innovation, milk sector, strategies, MSMEs, success, productivity.

1. Introducción

La ingeniería industrial se basa en la solución de retos y desafíos de la globalización, matizada por múltiples modelos económicos. La industria de lácteos en Colombia es catalogada como un sector sumamente importante para la economía nacional, haciendo presencia en 22 departamentos del país, siendo Cundinamarca, Boyacá y Antioquia, los más destacados [1]. Así mismo, el consumo de productos lácteos y sus derivados registran una cifra significativa, teniendo a Colombia como cuarto productor de leche de América Latina.

A partir del volumen de producción, la calidad y el consumo, el presente proyecto, parte de la aplicación de la gestión y la innovación en la industria Láctea, con el objetivo de lograr un mejoramiento continuo en vista del potencial que tiene esta industria colombiana para competir con grandes potencias lecheras como Estados Unidos y Nueva Zelanda. [2]

II. Gestión de la innovación en el sector lácteo

En el mundo hay más de 150 millones de hogares los cuales se dedican al sector lácteo que contribuyen a los medios de la vida cotidiana y nutrición de los hogares, siendo también una fuente de ingresos importantes. A medida de los años los países en desarrollo han aumentado en la participación de la producción lechera mundial, debido al aumento de animales destinados al proceso lácteo. [3]

Colombia es un país con interés, vocaciones agrícolas y productor en varios de los sectores lácteos que debe empezar a innovar e impulsar la tecnología en aquel sector. [1] Es importante analizar las fincas e industrias lecheras que [4] aportan a la tecnología e innovación teniendo en cuenta que cada día la inteligencia artificial, la biga data, los drones, entre otros, comienzan a presionar los sectores productivos y adicionalmente en el mundo se ha visto una disminución del consumo de leche. [5]

Durante estos años se han desarrollado varias tecnologías que ayudan a una gestión eficaz y sobresaliente como la gestión y seguimiento remoto, beneficios para las personas

que laboran una mejor calidad de vida, calidad y productividad en cada paso o punto estratégico del sector, ayudando a reducir fallas en el mercado y comercio, sobre todo una viabilidad ambiental siendo sostenible y amigable, una viabilidad social y viabilidad económica.

25

2. Metodología

El estudio se tipificó como descriptivo, no experimental y transversal. Se realizó un muestreo no probabilístico intencional con la participación de seis empresas del sector y la recolección de datos se realizó a través de un instrumento de recolección de información, estructurado de acuerdo a la Guía para la Autoevaluación de la Gestión de la Innovación Empresarial (Centro Andaluz para la Excelencia en la Gestión) y el test de innovación empresarial ICT (Instituto Catalán de Tecnología). A partir de la tabulación y análisis de la información obtenida, se generaron las conclusiones de la investigación.

3. Resultados y análisis

Teniendo en cuenta el instrumento de recolección de información utilizado, se analizarán los resultados obtenidos a partir de los enfoques: Estrategia y cultura de la innovación, Análisis interno y Cultura de la innovación.

ENFOQUE 1- Estrategia y cultura de la innovación

El enfoque uno contenía seis preguntas: ¿La Dirección de la empresa establece una estrategia de innovación?; ¿Existe una cultura de innovación en la empresa?; ¿Se ha definido una política de I+D+i en la empresa?; ¿La estrategia de la empresa tiene en cuenta la innovación y la considera como un factor clave para su éxito?; ¿La dirección de la empresa está comprometida y ofrece pleno apoyo a las actividades de innovación?; ¿La empresa dispone de un plan formal donde estén definidos los objetivos, las acciones a llevar a cabo, los recursos y el presupuesto necesario para el desarrollo de las actividades de innovación?

En términos generales con relación al establecimiento de una estrategia de innovación se encontró que el 67% de los funcionarios evidencia que al interior de las MiPymes del



26

sector lácteo se está desarrollando la misma. Lo anterior significa que, en dicho sector acometen actividades de innovación, asumiendo el riesgo derivado de ellas como una forma de aprendizaje. Así mismo, disponen de la infraestructura y recursos necesarios para realizar actividades de innovación y, por último, establecen de las competencias necesarias para el personal que realiza y gestiona actividades de I+D+i.

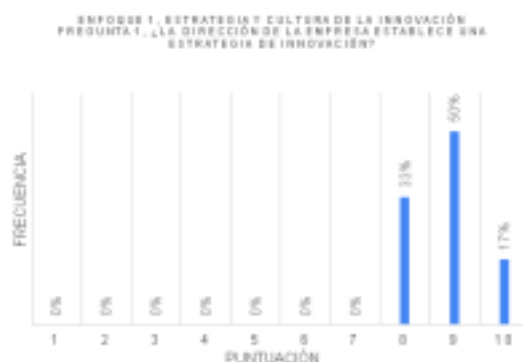


Gráfico 1. Estrategias de Innovación

Con relación a la existencia de una cultura de innovación al interior de las MiPymes del sector lácteo, un 83% lo calificó con muy alta relación. Lo anterior significa que, se establecen objetivos de innovación coherentes con la política de las organizaciones pertenecientes a dicho sector.

Gráfico 2. Cultura de la Innovación

Al indagar si las MiPymes del sector han definido una política I+D+i un 50% lo califico con poca relación y un 33% con poca relación o existencia.

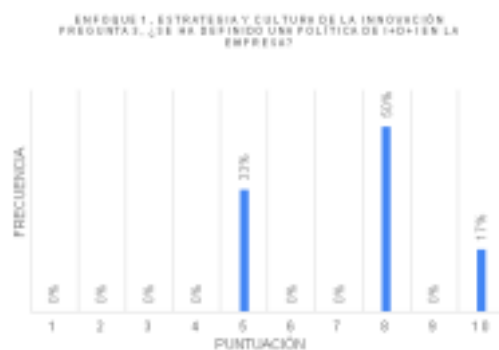


Gráfico 3. Política de Innovación

Dentro de los funcionarios un 17% indica que las empresas del sector le han dado poca relación o importancia y un 65% indica que si se le ha dado importancia debida o considera la innovación como un factor clave para el éxito empresarial.

27

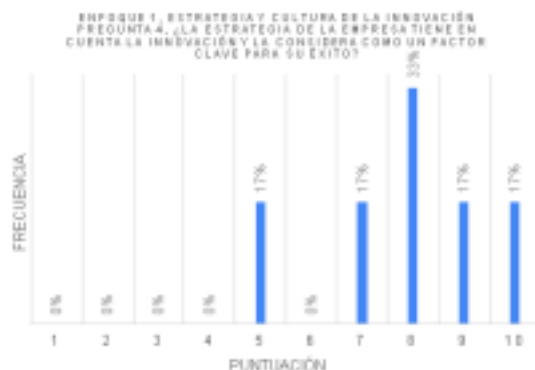


Gráfico 4. Estrategia Empresarial

A su vez el 50% indica que las empresas del sector lácteo están comprometidas y ofrecen pleno apoyo a las actividades de innovación.

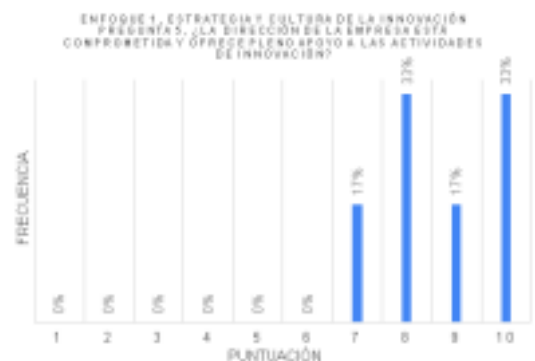


Gráfico 5. Compromiso Empresarial

Por último, en este enfoque un 50% de los funcionarios consideran que existe un plan formal de actividades de innovación y un 17% considera que hay algunas actividades aisladas sin contar con un plan debidamente estructurado y detallado

28

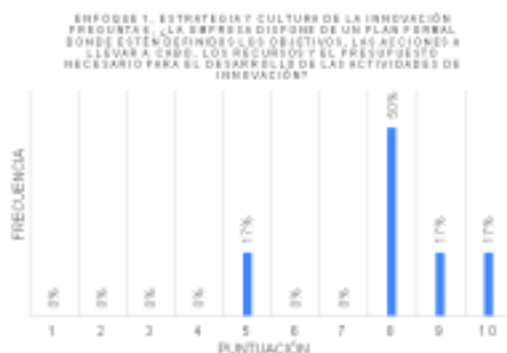


Gráfico 6. Plan de Innovación

ENFOQUE 2- Análisis interno

A continuación, se presentan los resultados del segundo enfoque, en donde se requería identificar las funciones básicas de la organización, los factores del éxito y fracaso de proyectos dentro de la misma. El enfoque dos contenía tres preguntas: ¿Se realiza un análisis interno para llevar a cabo actividades de innovación?, ¿La empresa dispone de un directivo a quien han sido asignadas las responsabilidades en materia de innovación?,

¿La empresa dedica recursos humanos, financieros y materiales significativos en innovación?

Las empresas analizan los factores internos que pueden estar contribuyendo o no a la realización de las actividades de innovación ya que el 67% de las empresas de la muestra cumplen el respectivo análisis que se realiza a nivel interno.

Por otro lado, el 34% restante, a pesar de que, si cumplen, los factores del fracaso de proyectos dentro de la empresa tienden a ser mayores.

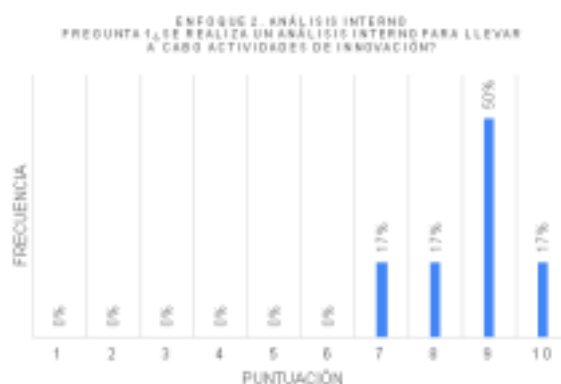


Figure 7 Actividades de Innovación

Con relación a la realización de un análisis las empresas de la muestra si destinan a una persona para que realice la respectiva dirección de los procesos de innovación, así como la debida retroalimentación dentro de la compañía.

29

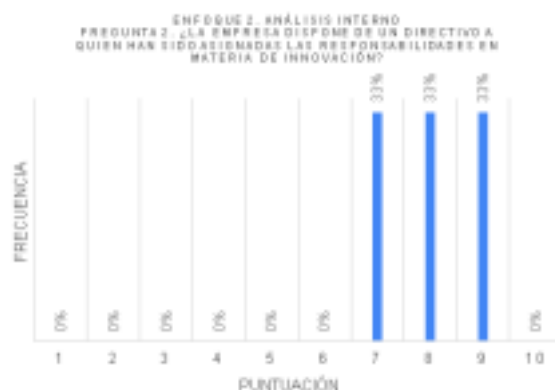


Figure 8 responsabilidades de Innovación.

A continuación, las puntuaciones están en el rango de 5 a 7 se deduce entonces que el personal humano como los materiales y los recursos financieros de por lo menos el 50% de las empresas, no son destinados a la innovación de esta, sino que por el contrario son compartidos con otras áreas.

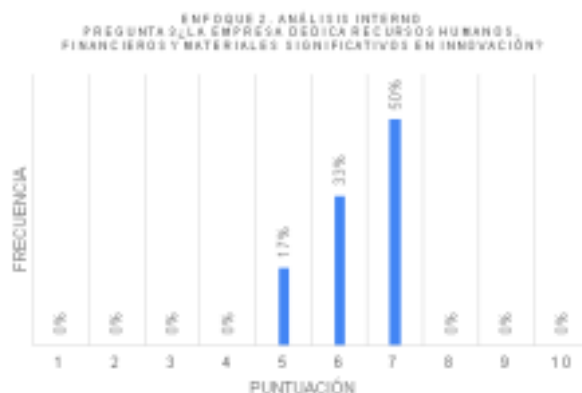


Figure 9 recursos para la Innovación.

ENFOQUE 3- Cultura de la innovación

El aspecto de mejora y su aplicación dentro de la organización sobresalen en el enfoque número tres, aquí se evaluó al encuestado el grado de aplicación y la existencia de planificaciones en la generación de nuevas ideas para la innovación.

30

El enfoque tres contenía tres preguntas: ¿La empresa fomenta la creatividad y el trabajo en equipo?, ¿La empresa aprovecha todo el potencial de sus trabajadores y directivos?, ¿La empresa evalúa todas las ideas generadas y las aprovecha de forma sistemática para potenciar su desarrollo?

Las compañías puntuaron este ítem con calificaciones superiores a 7, lo que quiere decir que más del 80% de las empresas del sector lácteo fomentan un buen clima laboral, la y se empeña en crear espacios que están contribuyendo al trabajo en equipo y potenciamiento de su creatividad.

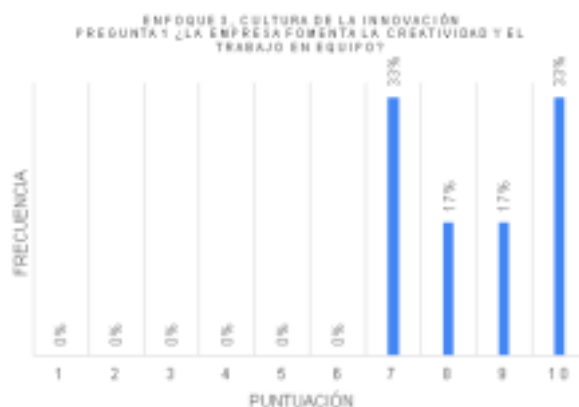


Figure 10 Creatividad y trabajo en equipo.

Para una compañía como se aprecia en el gráfico, no se aprovecha el potencial de sus trabajadores y directivos, pero las demás compañías puntuaron con calificación superior a 8 entonces se generaliza que el 83% de las empresas del sector lácteo aprovechan el potencial tanto de directivos como trabajadores.

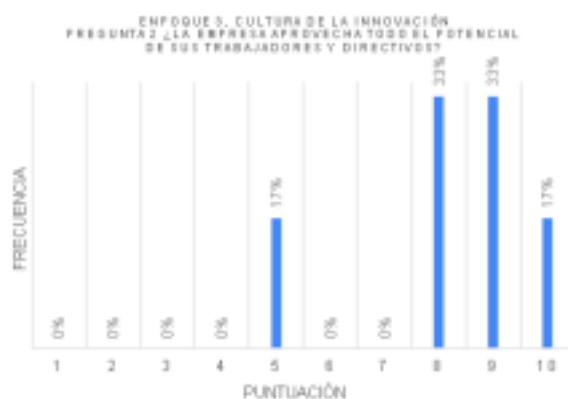


Figure 11 Potencial del Personal

Encontramos para este literal que tan solo el 33% de las empresas puntuaron con 9 y 10 este ítem así que podemos inferir que estas compañías realizan una evaluación completa de las ideas generadas que contribuyan a su desarrollo, mientras que el 67% restante puntúan este ítem con calificación de 5 y 7 respectivamente lo cual nos estaría indicando que estas compañías no toman con frecuencia en cuenta las ideas generadas que puedan estar potenciando su desarrollo.

31

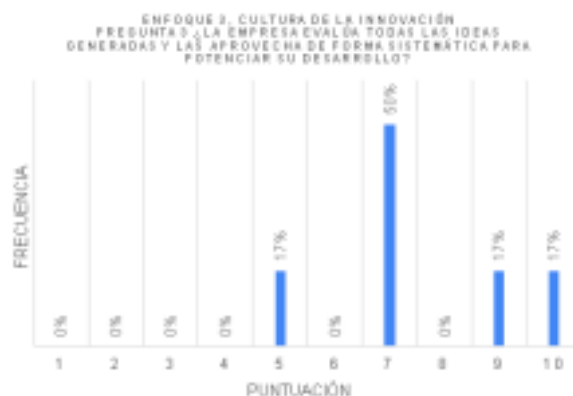


Figure 12 Ideas para el desarrollo.

4. Conclusiones

- Se evidenció que dentro de las MiPymes del sector lácteo se fomenta una cultura de innovación, planeando actividades, analizando los factores y desarrollando habilidades que potencialicen cada día la innovación en las empresas.
- Se concluye que, en lo que respecta a actividades de innovación y responsabilidades d ella innovación de la empresa, el 80% de las compañías cumplen en lo referente a un análisis interno. Sin embargo, los recursos financieros y materiales destinados únicamente para tratar todos los temas de innovación dentro las compañías no se toman en cuenta con frecuencia.
- Se observó que las compañías de la muestra en un 83% se enfocan en potenciar la creatividad y el trabajo en equipo dentro de las compañías como también aprovechar

el potencial de sus colaboradores y las ideas que van surgiendo, organizándolas y ejecutándose de manera sistemática.

32

5. Agradecimientos

Los autores del presente trabajo agradecen a la Vicerrectoría de investigaciones de la Universidad Militar Nueva Granada, por los recursos dispuestos en el semillero de investigación PROPYLOG del programa de Ingeniería Industrial, sede Campus Nueva Granda.



Referencias

- [1] V. M. Salazar y J. O. Joaquín, «ANÁLISIS DE LA CADENA DE VALOR DE LA INDUSTRIA LÁCTEA EN COLOMBIA Y SUS OPORTUNIDADES EN LOS MERCADOS INTERNACIONALES,» Universidad Libre, Seccional Pereira, Pereira, 2017.
- [2] R. R. Padilla, «La industria de la leche,» 24 abril 2005. [En línea]. Avalorle: <https://www.redalyc.org/pdf/4337/433757754008.pdf>.
- [3] ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA, «Producción lechera,» 30 03 2021. [En línea]. Available: <http://www.fao.org/dairy-production-products/production/es/#:~:text=La%20India%20es%20el%20mayor,%2C%20China%2C%20Pakist%C3%A1n%20y%20Brasil.&text=Los%20pa%C3%ADses%20con%20los%20mayores,%2C%20Francia%2C%20Australia%20y%20Irlanda>.
- [4] PORTAFOLIO, «Sector lechero debe apostar por las nuevas tecnologías y la innovación,» PORTAFOLIO, 11 abril 2019. [En línea]. Available: <https://www.portafolio.co/innovacion/sector-lechero-debe-apostar-por-las-nuevas-tecnologias-y-la-528490>. [Último acceso: 30 marzo 2021].
- [5] UPRA Colombia, «Cadena láctea colombiana,» Mini agricultura, septiembre 2019. [En línea]. Available: http://www.andi.com.co/Uploads/20200430_DT_AnalSitLecheLarga_AndreaGonzalez.pdf. [Último acceso: 29 marzo 2021].

Influencia de los hábitos saludables en la aparición de desórdenes musculoesqueléticos de origen laboral en grupo de trabajadores administrativos

Influence of healthy habits on the appearance of musculoskeletal disorders of work origin in a group of administrative workers

Nathalia Vega Arévalo^a,
Magda Viviana Monroy Silva^b
Christian Ricardo Zea Forero^c

^a Ingeniería industrial, Grupo de Investigación en Procesos Organizacionales, Universidad Santo Tomás, nathaliavega@usantotomas.edu.co

^b Ingeniería industrial, Grupo de Investigación en Procesos Organizacionales, Universidad Santo Tomás, madgamonroy@usantotomas.edu.co

^c Ingeniería industrial, Centro de Estudios de Ergonomía, Pontificia Universidad Javeriana, crzea@javeriana.edu.co

Resumen

Los desórdenes musculoesqueléticos (DME) son enfermedades laborales predominantes en todo el mundo, que afectan el estilo de vida de los trabajadores y la productividad de las empresas. Los DME han sido relacionados con condiciones sociodemográficas y hábitos saludables. El propósito de este artículo es determinar la influencia de los hábitos saludables en la aparición de DME. A 209 trabajadores de oficina en Bogotá, Colombia, se les preguntó sobre sus características sociodemográficas, hábitos saludables y se aplicó un cuestionario nórdico para indagar sintomatología en miembros superiores. El análisis de la información se realizó con una regresión logística binaria con el software estadístico R Studio. Se determinó una relación significativa entre el género y la sintomatología de DME en cuello (p 0,00718), hombro izquierdo (p 0,00524) y brazo derecho (p 0,0201). El consumo de tabaco se correlacionó con el hombro izquierdo (p 0,01631). El ejercicio se relacionó con el brazo izquierdo (p 0,0137).

Palabras Claves— desordenes musculoesqueléticos, trabajadores de oficina, hábitos saludables

Abstract

Musculoskeletal disorders (MSDs) are predominant occupational diseases worldwide, affecting the lifestyle of workers and the productivity of companies. DME has been linked to sociodemographic conditions and healthy habits. The purpose of this article is to determine the influence of healthy habits on the onset of MSD. 209 office workers in Bogotá, Colombia, were asked about their sociodemographic characteristics, healthy habits and a Nordic questionnaire was applied to investigate symptoms in upper limbs. The analysis of the information was performed with a binary logistic regression with the statistical software R Studio. A significant relationship was determined between gender and the symptomatology of MSD in the neck (p 0.00718), left shoulder (p 0.00524) and right arm (p 0.0201). Tobacco use was correlated with the left shoulder (p 0.01631). Exercise was related to the left arm (p 0.0137).

Keywords— musculoskeletal disorders, office workers, healthy habits

1. Introducción

Los desórdenes musculoesqueléticos (DME) son daños que generan alteraciones en los huesos, nervios, músculos, tendones, articulaciones, ligamentos y cartílagos (Taibi et al., 2021). Las personas con este tipo de enfermedades debido a las molestias, dejan de realizar ciertas actividades que hacían con frecuencia. En el ámbito laboral los trabajadores cambian la forma en que realizan las tareas y se generan altas tasas de ausencias (Macaluso et al., 2021). A nivel mundial, los DME son las enfermedades que más afectan a las personas de todas las edades y aumentan con el paso del tiempo (World Health Organization, 2018) (International Labour Organization, 2020). El dolor de espalda es la molestia más común, pero las fracturas, la osteoartritis, el dolor de cuello y la artritis reumatoide también ocurren en todo el mundo (World Health Organization, 2018).

La Federación de Aseguradores Colombianos (FASECOLDA) en un estudio sobre enfermedades laborales, encontró que los DME son las más comunes con un 51.9% del total de los casos. Tanto hombres como mujeres presentaron estos desordenes en proporciones parecidas: las mujeres 42% y los hombres 52%. El análisis por sector económico mostró que los DME predominan en todos los tipos de trabajo, sin embargo, en los que requieren actividad física se presentó mayor prevalencia con un 58% y en los trabajos de servicios se generaron menos casos con 39% (Castillo & Bravo, 2019).

Los DME pueden ocurrir por factores sociodemográficos como la edad, el género y el índice de masa corporal (IMC). En el caso de la edad, a medida que las personas envejecen está comprobado que se generan alteraciones en el sistema musculoesquelético provocando disminución de la masa ósea, masa muscular y desgaste de los huesos (Boros & Freemont, 2017). Estudios previos encontraron relación entre DME y edad, los empleados mayores de 50 años presentaron con mayor frecuencia dolor de cuello, espalda, hombros (Bahk et al., 2021) y muñeca (Fouladi-Dehaghi et al., 2021), también las personas en ese rango de edad tienen tasas más altas de neoplasias y patologías de fracturas (Budtz et al., 2021).

Algunos estudios han relacionado el género con la aparición de DME; en general, las mujeres tienen más probabilidades de tener DME. (Bonini-Rocha et al., 2021)

encontraron que las mujeres de entre 35 y 45 años tenían más dolor de espalda que los hombres. (Higgins et al., 2017) concluyeron que las mujeres presentaron mayor malestar en las articulaciones y espalda. En otro estudio enfocado en oficinistas también se observó la prevalencia de DME con el género, las mujeres tienen predominio en el cuello, espalda y hombros (Holzgreve et al., 2021).

Tener un IMC alto representa un factor de riesgo mayor para se produzca DME. La obesidad ha sido relacionada con dolor en la zona lumbar, tanto en hombres como en mujeres (Gandham et al., 2020) (Gilmartin-Thomas et al., 2020). Las personas con sobre peso tienen mayor probabilidad de sufrir caídas que conducen a fracturas (Gandham et al., 2020), además, en otra investigación las mujeres con sobre peso informaron más dolor en la zona lumbar que los hombres (Gilmartin-Thomas et al., 2020).

Por otra parte, los hábitos que tengan las personas pueden contribuir a que se generen DME, estudios relacionan la falta de actividad física, el alto consumo de alcohol y tabaco con este tipo de desórdenes. Ser físicamente inactivo, consumir seguido alcohol y fumar se relacionó con aumento del número pensiones por incapacidad por DME (Wang et al., 2021). Hacer ejercicio está asociado con mantener una mejor salud en general ya que permite que se respire mejor, se fortalezcan los músculos; por esto, a pacientes con artritis y que tengan DME en general se les recomienda realizar actividad física (Gwinnutt et al., 2020) (Alexanderson & Boström, 2020) y gracias a esto presentaron menos dolor (Gwinnutt et al., 2020) (Jensen et al., 2019). Por otra parte, el consumo de tabaco se asocia con mala salud en general, aunque depende de la cantidad que fume cada persona. En algunos estudios se asoció con la artritis (Gwinnutt et al., 2020) (Fernández-Torres et al., 2021), disminución de densidad mineral ósea (Fernández Torres et al., 2021) (Al-Bashaireh et al., 2018), osteoartritis (Fernández-Torres et al., 2021), fracturas, pérdida de hueso alveolar, pérdida de fuerza muscular, periodontitis (Al-Bashaireh et al., 2018).

Los DME son un problema de salud mundial que genera pérdidas para los trabajadores y las organizaciones. La literatura muestra que existen diversos estudios que relacionan las condiciones sociodemográficas y los hábitos de salud como factores de riesgo para que se produzcan DME. Sin embargo, no existe mucha literatura que este enfocada en observar cómo estos riesgos afectan a los trabajadores de oficina. Por lo tanto, el propósito de este artículo es determinar la relación entre la edad, género, IMC, ejercicio, consumo de alcohol y tabaco con la sintomatología de DME por segmento corporal en una población administrativa en Bogotá, Colombia.

2. Metodología

Participantes:

El estudio es una investigación correlacional, experimental y transversal.

Las personas que participaron en el estudio son trabajadores de oficina de una entidad pública de la ciudad de Bogotá, Colombia. Los trabajadores que voluntariamente decidieron realizar los cuestionarios firmaron un consentimiento informado y se incluyeron en la investigación, por lo tanto, se realizó un muestro por conveniencia. Sin embargo, las personas que tenían antecedentes de DME, no tenían entre 18 a 62 años y practicaban entrenamiento físico constante con los miembros superiores fueron retiradas del estudio para evitar sesgos al analizar los resultados. De esta forma se contó con la participación de 209 personas, 137 mujeres y 73 hombres. 64 trabajadores tenían entre 22 a 32 años, 81 entre 33 y 42 años, 31 entre 43 y 52, y 33 entre 53 y 62 años.

Técnicas y procedimiento:

Para realizar el estudio, en primer lugar, nos contactamos con la entidad pública, cuando esta entidad aprobó la participación de sus empleados, se invitó a los trabajadores que realizaban labores de oficina a que realizaran un cuestionario. Las personas interesadas firmaron un consentimiento informado, para luego contestar el cuestionario auto reportado, se extrajeron los datos sociodemográficos como sexo, edad y condiciones de salud. Para conocer si tenían sintomatología de DME, se aplicó un cuestionario nórdico.

Análisis de información:

Las variables analizadas en este estudio fueron datos sociodemográficos (edad, sexo y hábitos de salud) y la sintomatología de DEM por segmento corporal: cuello, hombro derecho e izquierdo, brazo derecho e izquierdo y brazo derecho. y mano-muñeca izquierda.

De esta forma, se realizó un análisis de frecuencia en primera instancia con cada una de las variables, y luego se encontró la correlación entre sexo, edad, hábitos de salud (variables independientes) y la sintomatología de DME (variable dependiente) mediante una regresión logística binaria por medio del software estadístico R Studio.

3. Análisis de resultados

En la figura 1 se evidencia el análisis de frecuencia de hábitos saludables. Aproximadamente la mitad de los trabajadores consumía alcohol (44,5%); el 36,4% realizaba ejercicio por lo menos tres veces a la semana; el 13,4% fuma cigarrillo y el 0,5% usa sustancias psicoactivas.

39

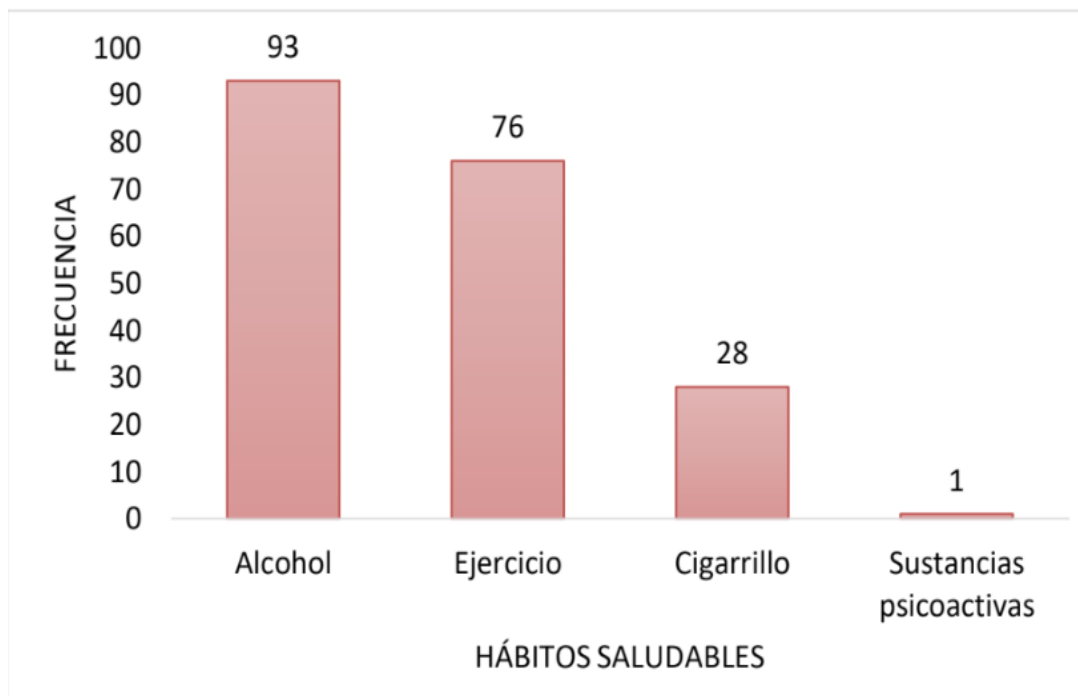


Figura 1: Análisis de frecuencia de hábitos saludables
Fuente: Elaboración propia

La prevalencia de sintomatología de DME se encuentra en la figura 2. Los trabajadores presentaron mayor sintomatología de DME en el cuello con 57 de los 209 participantes. Los segmentos corporales derechos también mostraron mayor predominancia: mano-muñeca, brazo y hombro derecho con 48, 46 y 42 reportes respectivamente. Los que tuvieron mayor frecuencia fueron el hombro izquierdo, mano-muñeca izquierda y brazo izquierdo con 38, 29 y 25 personas con sintomatología de DME respectivamente.

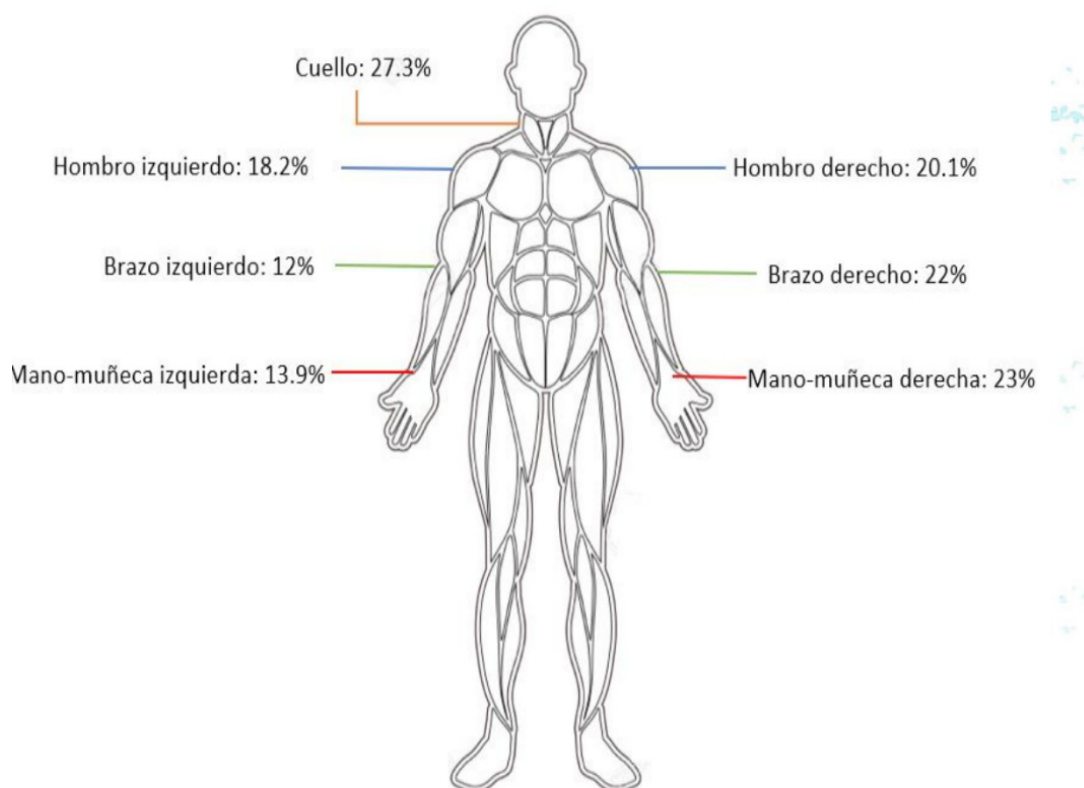


Figura 2: Prevalencia de sintomatología de DME por segmento corporal
Fuente: Elaboración propia

En la tabla 1 se encuentra los resultados del análisis de correlación entre la sintomatología de DME por segmento corporal y las condiciones sociodemográficas y los hábitos saludables. El sexo se relacionó con la sintomatología de DME en cuello (p 0,00718), hombro izquierdo (p 0,00524) y brazo derecho (p 0,0201), además el coeficiente positivo de la regresión demuestra que las mujeres son las que tienen mayor probabilidad de tener DME. Estos hallazgos concuerdan con la literatura científica, (Bonini-Rocha et al., 2021) (Higgins et al., 2017) encontraron que las mujeres son más propensas a tener DME que los hombres, también en un estudio enfocado en oficinistas las mujeres presentaron mayores molestias en el cuello, espalda y hombros (Holzgreve et al., 2021).

El consumo de tabaco se correlaciono con la sintomatología de DME en el hombro izquierdo (p 0,01631). (Gwinnutt et al., 2020) (Fernández-Torres et al., 2021) asociaron el consumo de tabaco con la disminución de la densidad mineral ósea, pérdida muscular, osteoartritis, periodontitis y demás problemas del sistema musculoesquelético. El ejercicio mostro significancia con la sintomatología de DME en el brazo izquierdo (p 0,0137). Estudios muestran que hacer ejercicio ayuda a tener una mejor salud en general y fortalece los músculos, lo cual ayuda a la prevención de DME (Gwinnutt et al., 2020)

(Alexanderson & Boström, 2020). Del mismo modo, Ser físicamente inactivo, consumir seguido alcohol y fumar se relacionó con la aparición de DME (Wang et al., 2021).

Finalmente, no se encontró relación entre la sintomatología de DME con el IMC, la edad y el consumo de alcohol.

41

Tabla 1.

	Cuello	Hombro izquierdo	Hombro derecho	Brazo izquierdo	Brazo derecho	Mano-muñeca izquierda	Mano-muñeca derecha
Sexo	0,00718	0,00524	0,104	0,9792	0,0201	0,186	0,07898
IMC	0,72434	0,80667	0,2205	0,1235	0,9844	0,6691	0,42381
Edad	0,89361	0,31583	0,0803	0,4328	0,6959	0,846	0,96982
Cigarrillo	0,77142	0,01631	0,6774	0,6601	0,2333	0,3605	0,58367
Alcohol	0,28729	0,94418	0,475	0,9398	0,6704	0,4103	0,21217
Ejercicio	0,0874	0,66297	0,3843	0,0137	0,0833	0,6334	0,53864

*valor p de significancia 0,05

Elaboración propia.

Conclusiones y recomendaciones

En conclusión, se encontró una relación entre el sexo y la sintomatología de DME en el cuello, brazo derecho y hombro izquierdo, las mujeres presentaron mayor predominancia que los hombres. El consumo de cigarrillo se correlaciono con sintomatología de DME en el hombro izquierdo. No hacer ejercicio se relacionó con sintomatología de DME en el brazo izquierdo. Los resultados obtenidos fueron consistentes con referencias científicas, sin embargo, no se pueden generalizar, solo son concluyentes para la población de estudio. Se sugiere para futuras investigaciones ampliar la muestra. Sin embargo, esta investigación sirve como guía para futuros estudios donde se pueda analizar si los hábitos saludables en poblaciones administrativas son causantes de DME e impulsar estrategias de prevención que estimulen la adopción de hábitos saludables en el trabajo.

Referencias

- [1] Al-Bashaireh, A. M., Haddad, L. G., Weaver, M., Kelly, D. L., Chengguo, X., & Yoon, S. The Effect of Tobacco Smoking on Musculoskeletal Health: A Systematic Review. *Journal of Environmental and Public Health*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/4184190>
- [2] Alexanderson, H., & Boström, C. Exercise therapy in patients with idiopathic inflammatory myopathies and systemic lupus erythematosus – A systematic literature review. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, 34(2), 101547, 2020. <https://doi.org/10.1016/J.BERH.2020.101547>
- [3] Bahk, J., Khang, Y. H., & Lim, S. The Unequal Burden of Self-Reported Musculoskeletal Pains Among South Korean and European Employees Based on Age, Gender, and Employment Status. *Safety and Health at Work*, 12(1), 57–65. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2020.10.007>
- [4] Bonini-Rocha, A. C., de Oliveira, R. A. C., Bashash, M., do Couto Machado, G., & Cruvinel, V. R. N. Prevalence of musculoskeletal disorders and risk factors in recyclable material waste pickers from the dump of the structural city in Brasília, Brazil. *Waste Management*, 125, 98–102. 2021 <https://doi.org/10.1016/J.WASMAN.2021.02.018>
- [5] Boros, K., & Freemont, T. Physiology of ageing of the musculoskeletal system. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, 31(2), 203–217. 2017 <https://doi.org/10.1016/J.BERH.2017.09.003>
- [6] Budtz, C. R., Hansen, R. P., Thomsen, J. N. L., & Christiansen, D. H. (2021). The prevalence of serious pathology in musculoskeletal physiotherapy patients – a nationwide register-based cohort study. *Physiotherapy*, 112, 96–102. <https://doi.org/10.1016/J.PHYSIO.2021.03.004>

- [7] Castillo, S. P., & Bravo, G. P. Comportamiento de la enfermedad laboral en Colombia 2015-2017. *Revista Fasecolda*, 175, 48–55. 2019 <https://revista.fasecolda.com/index.php/revfasecolda/article/view/555>
- [8] Fernández-Torres, J., Zamudio-Cuevas, Y., Martínez-Nava, G. A., Aztatzi-Aguilar, O. G., Sierra-Vargas, M. P., Lozada-Pérez, C. A., Suárez-Ahedo, C., Landa-Solís, C., Olivos-Meza, A., Del Razo, L. M., Camacho-Rea, M. C., & Martínez-Flores, K. Impact of Cadmium Mediated by Tobacco Use in Musculoskeletal Diseases. *Biological Trace Element Research* 2021, 1–6. 2021 <https://doi.org/10.1007/S12011-021-02814-Y>
- [9] Fouladi-Dehaghi, B., Tajik, R., Ibrahimi-Ghavamabadi, L., Sajedifar, J., Teimori-Boghsani, G., & Attar, M. Physical risks of work-related musculoskeletal complaints among quarry workers in East of Iran. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 82, 103107. 2021 <https://doi.org/10.1016/J.ERGON.2021.103107>
- [10] Gandham, A., Zengin, A., Bonham, M. P., Winzenberg, T., Balogun, S., Wu, F., Aitken, D., Cicuttini, F., Ebeling, P. R., Jones, G., & Scott, D. Incidence and predictors of fractures in older adults with and without obesity defined by body mass index versus body fat percentage. *Bone*, 140, 115546. 2020 <https://doi.org/10.1016/J.BONE.2020.115546>
- [11] Gilmartin-Thomas, J. F., Cicuttini, F. M., Owen, A. J., Wolfe, R., Ernst, M. E., Nelson, M. R., Lockery, J., Woods, R. L., Britt, C., Liew, D., Murray, A., Workman, B., Ward, S. A., & McNeil, J. J. Moderate or severe low back pain is associated with body mass index amongst community-dwelling older Australians. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 91, 104231. 2020 <https://doi.org/10.1016/J.ARCHGER.2020.104231>
- [12] Gwinnutt, J. M., Verstappen, S. M., & Humphreys, J. H. The impact of lifestyle behaviours, physical activity and smoking on morbidity and mortality in patients with rheumatoid arthritis. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, 34(2), 101562. 2020 <https://doi.org/10.1016/J.BERH.2020.101562>
- [13] Higgins, D. M., Fenton, B. T., Driscoll, M. A., Heapy, A. A., Kerns, R. D., Bair, M. J., Carroll, C., Brennan, P. L., Burgess, D. J., Piette, J. D., Haskell, S. G., Brandt, C. A., & Goulet, J. L. Gender Differences in Demographic and Clinical Correlates among Veterans with Musculoskeletal Disorders. *Women's Health Issues*, 27(4), 463–470. 2017 <https://doi.org/10.1016/J.WHI.2017.01.008>
- [14] Holzgreve, F., Fraeulin, L., Haenel, J., Schmidt, H., Bader, A., Frei, M., Groneberg, D. A., Ohlendorf, D., & Mark, A. van. Office work and stretch training (OST) study: effects on the prevalence of musculoskeletal diseases and gender differences: a non-randomised control study. *BMJ Open*, 11(5), e044453. 2021 <https://doi.org/10.1136/BMJOPEN-2020-044453>

- [15] International Labour Organization. Safety and health in micro-, small and medium-sized enterprises: A collection of five case studies. 2020 https://www.ilo.org/global/topics/safety-and-health-at-work/resources-library/publications/WCMS_746168/lang--en/index.htm
- [16] Jensen, T. M., Eriksen, S. B. M., Larsen, J. S., Aadahl, M., Rasmussen, S. S., Olesen, L. B., Rehling, T., & Molsted, S. Exercise training is associated with reduced pains from the musculoskeletal system in patients with type 2 diabetes. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 154, 124–129. 2019 <https://doi.org/10.1016/J.DIABRES.2019.07.003>
- [17] Macaluso, F., Macaluso, M., & Daraiseh, N. M. The psychosocial work environment, musculoskeletal disorders and their functional consequences among pediatric healthcare providers. *Annals of Epidemiology*, 58, 76–82. 2021 <https://doi.org/10.1016/J.ANNEPIDEM.2021.02.015>
- [18] Taibi, Y., Metzler, Y. A., Bellingrath, S., & Müller, A. A systematic overview on the risk effects of psychosocial work characteristics on musculoskeletal disorders, absenteeism, and workplace accidents. *Applied Ergonomics*, 95, 103434. 2021 <https://doi.org/10.1016/J.APERGO.2021.103434>
- [19] Wang, M., Svedberg, P., Narusyte, J., Silventoinen, K., & Ropponen, A. The role of familial confounding in the associations of physical activity, smoking and alcohol consumption with early exit from the labour market. *Preventive Medicine*, 150, 106717. 2021 <https://doi.org/10.1016/J.YPMED.2021.106717>
- [20] World Health Organization. Musculoskeletal conditions. 2018 <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions>

**Logística fluvial del Sector
Hidrocarburos a través del Río
Magdalena desde el puerto de
Barrancabermeja Santander**

**Fluvial logistics of the Hydrocarbons
Sector through the Magdalena River
from the port of Barrancabermeja
Santander**

Daniel Muñoz Rojas^a

^a Ingeniería Industrial, SINERGIA, Universidad de Investigación
y Desarrollo UDI, dmunoz7@udi.edu.co

Resumen

La ciudad de Barrancabermeja es el principal centro de desarrollo de la región del Magdalena Medio, actualmente, se está llevando a cabo el proyecto de recuperación de la navegabilidad del Río Magdalena, proyecto liderado por Cormagdalena, realizando obras de encauzamiento y dragado, monitoreo y señalización del canal navegable. El proyecto busca mejorar la capacidad de la infraestructura física del transporte en el país. El presente trabajo de investigación logró identificar características de la logística del sector hidrocarburos en el distrito de Barrancabermeja, y específicamente, aspectos del transporte fluvial de carga de petróleo y sus derivados en el año 2019.

Palabras Claves— logística, transporte fluvial, hidrocarburos

Abstract

Barrancabermeja is the main development center of the Magdalena Medio region, currently, the project to recover the navigability of the Magdalena River is being carried out, it's a project led by Cormagdalena, carrying out channeling and dredging works, monitoring and signaling of the navigable canal. The project seeks to improve the capacity of the physical transportation infrastructure in Colombia. The present research work was able to identify characteristics of the logistics of the hydrocarbon sector in the district of Barrancabermeja, and specifically, aspects of the river transport of oil cargo and its derivatives in 2019.

Keywords— logistics, river transport, hydrocarbons

1. Introducción

La cadena de suministro está formada por todas aquellas partes involucradas de manera directa o indirecta en la satisfacción de las necesidades de productos y servicios de los clientes. Incluye no solamente al fabricante y al proveedor, sino también a los transportadores, almacenistas, vendedores y otros, como, por ejemplo, los mismos clientes [1].

1.1. Clúster del petróleo en Santander y Barrancabermeja

La gestión eficiente de la cadena de suministro incluye prácticas como la generación de clústeres: Michael Porter definió los clústeres como concentraciones geográficas de empresas e instituciones interconectadas que actúan en un determinado campo y tienen características y externalidades comunes. El clúster del petróleo en Barrancabermeja ha venido desarrollando varias actividades para el fortalecimiento de las empresas del sector, en materia de innovación, capacitación, y organización empresarial. así como el establecimiento de escenarios adecuados para los nuevos negocios entre las empresas clúster y las empresas demandantes de bienes y servicios de la industria petrolera [2].

En la actualidad, el Clúster del petróleo en Santander agrupa empresas que ofrecen servicios de ingeniería especializada a la industria petrolera, metalmecánico, mantenimiento y reparación de plantas y maquinaria, obras civiles y adecuación de terrenos; todos estos sectores ocupan el tercer renglón de la cadena de la industria petrolera en la zona y representan el 43% de las contrataciones de Ecopetrol® ejecutadas en el Magdalena Medio Santandereano. Hoy en día, el Clúster del Petróleo de Barrancabermeja agrupa 897 empresas de bienes y servicios a la industria del petróleo, clasificadas en tres micro clústeres que proveen de bienes y servicios de soporte: Metalmecánico, Obras civiles, y Servicios de Ingeniería [2].



48

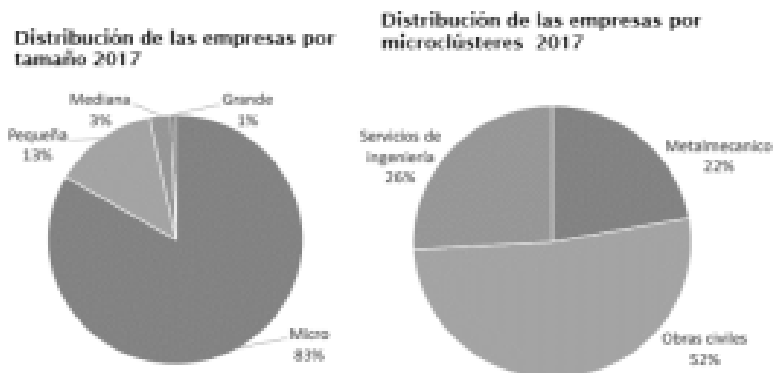


Figura 1: Distribución de las empresas pertenecientes al clúster del petróleo en Santander
Fuente: [2]

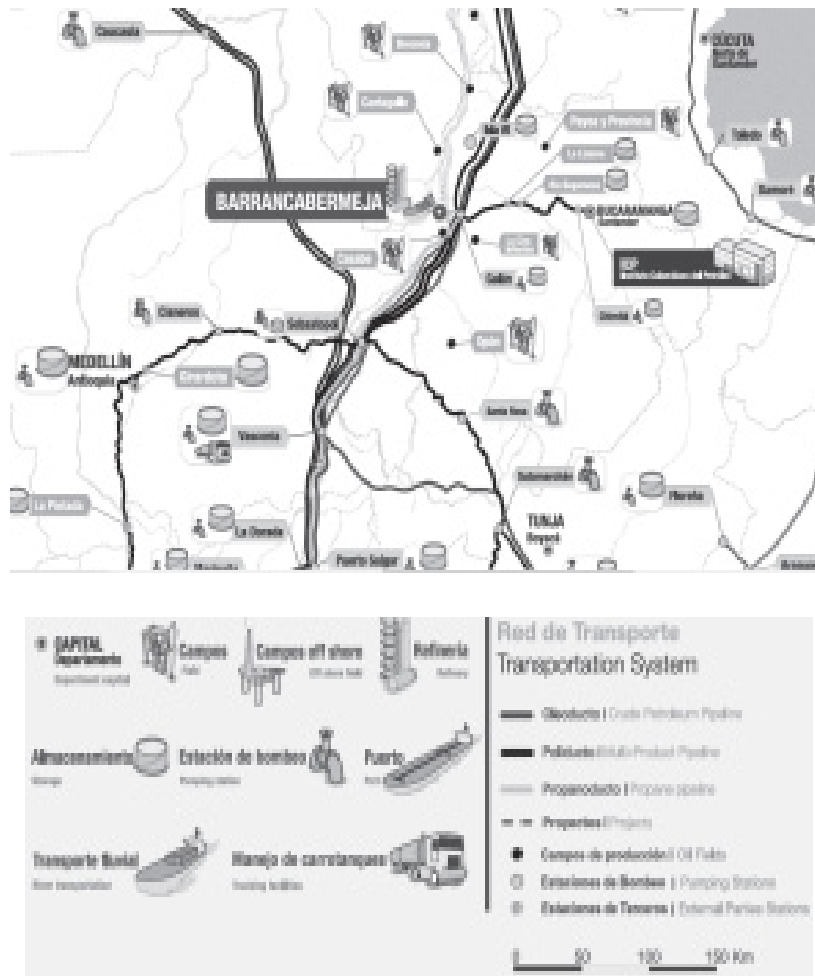


Figura 2: Infraestructura de transporte de hidrocarburos en Santander. Fuente: [3]

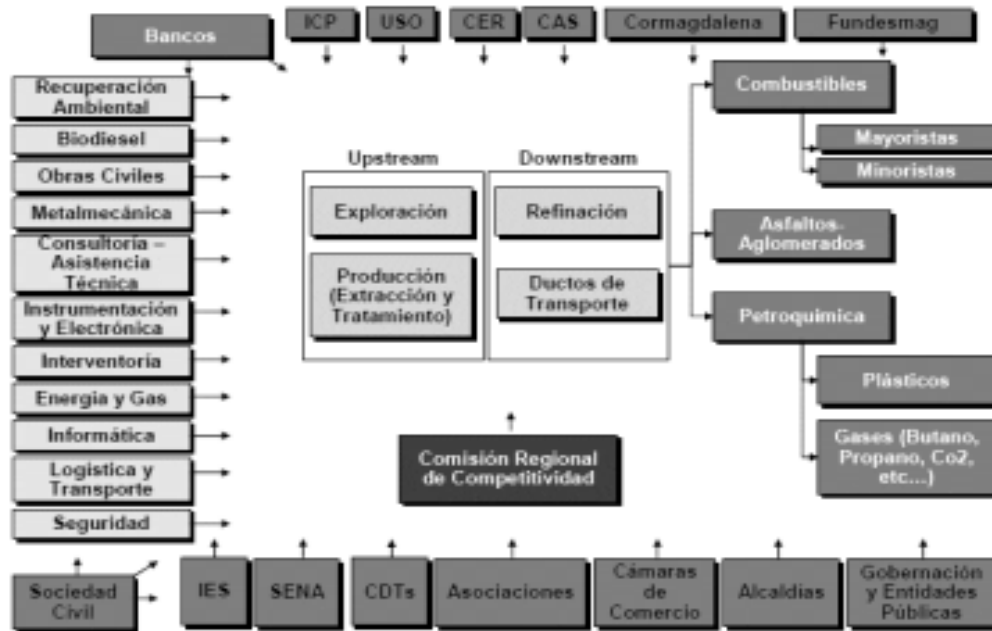


Figura 3: Mapa de actores del clúster, Fuente: [4]

1.2. Recuperación de la navegabilidad del Río Magdalena

En el devenir histórico, las civilizaciones siempre se han desarrollado alrededor de los ríos principales. Por ejemplo, Mesopotamia y Babilonia surgieron en gran medida gracias a los Ríos Nilo, Éufrates y Tigris. Estados Unidos tejió su historia con el río Misisipi y Asia del sudeste con el Río Mekong, entre otros. Los ríos son generadores de vida y proporcionan el recurso más importante para la humanidad: el agua dulce potable [5]. En Colombia, el Río grande de la Magdalena, o simplemente, Río Magdalena, ha sido eje transformador y dinamizador, fuente de riqueza para beneficio del país y las comunidades.

Actualmente, el Río permite condiciones de navegabilidad desde Barrancabermeja hasta Barranquilla o Cartagena (accediendo por el Canal del Dique) a través de 42 concesiones en total y 26 Operando, que transportan 423 mil toneladas al año. Sin embargo, las restricciones físicas a la navegabilidad se presentan por un efecto reductivo del calado, ocasionando altas tasas de sedimentación, canales secundarios, fluctuación imprevista de los niveles y orillas inestables en algunas secciones. Entonces la profundidad del río (que está asociada a la navegabilidad) se ve afectada por la dispersión del agua en varias zonas, causes inestables y pérdida de la configuración del canal principal (menor sección hidráulica efectiva) [6].

El proyecto de recuperación de la navegabilidad del Río Magdalena, liderado por Cormagdalena, se realiza por medio de la ejecución de obras de encauzamiento y dragado, monitoreo y señalización del canal navegable, en el tramo entre Barrancabermeja y Bocas de Ceniza (657 Kilómetros). Dicho proyecto se compone de cuatro etapas: pre-construcción, construcción, operación y mantenimiento, y reversión. Su realización será entregada a un inversionista privado a través del esquema de Asociación Público-Privada, por un plazo de trece años (156 meses) y tendrá una inversión de 1,29 Billones de pesos [6]. El proyecto busca mejorar la capacidad de la infraestructura física del transporte, para promover la competitividad del país y aumentar los beneficios derivados de los acuerdos comerciales suscritos por Colombia con otras naciones.

Se pretende, en síntesis, a través de la ejecución del proyecto, continuar con la reactivación de la principal vía fluvial del país y lograr incentivar el multimodalismo entre los modos férreo, carretero y fluvial. Éste proyecto de gran envergadura, beneficia enormemente al distrito de Barrancabermeja y, por tanto, requiere atención y apoyo.

2. Metodología

Los aspectos metodológicos de esta investigación se resumen en la tabla 1. Adicionalmente, como fuente de información primaria se procedió a analizar los registros históricos de carga en el Río Magdalena del año 2019, principalmente los registros de carga fluvial de hidrocarburos y derivados. Estos datos fueron suministrados por la Corporación Autónoma Regional de Magdalena- Cormagdalena, y hacen referencia a los siguientes aspectos: tipo de remolcador, naviera que transporta la carga, fecha de transporte, tipo de carga, volumen en barriles, peso en toneladas, sentido (bajada o subida), puerto, y tipo de carga (liquida o sólida).

Las empresas navieras implicadas en la logística fluvial de hidrocarburos y de las cuales se analizaron los datos, fueron: BIG RIVER; IMPALA; ISMOCOL; NAVIERA CENTRAL; NAVIERA RIO GRANDE; NFC; SERVICIOS REMOLCOSTA; TRANSFLUCOL; y TRANSNAVAL S.A.

Tabla 1 Aspectos metodológicos del proyecto de investigación.

Aspecto Metodológico	Descripción
Tipo de investigación	La presente investigación es de tipo descriptiva y analítica.
Enfoque metodológico	La presente investigación se desarrolló mediante un enfoque de tipo mixto: cualitativo y cuantitativo.
Método de Investigación	El método utilizado en el desarrollo de la presente investigación es inductivo, porque plantea un razonamiento ascendente que fluye de lo particular o individual hasta lo general.
Técnicas de recolección de la Información	Fuentes primarias: Registro histórico de transporte de carga fluvial de hidrocarburos y sus derivados suministrado por Cormagdalena. Fuentes secundarias: revisión bibliográfica en libros, artículos de revistas especializadas, informes y documentos de políticas de gobierno actual y anteriores referentes al sector hidrocarburos en Colombia y en particular, el sector hidrocarburos en Santander y Barrancabermeja.
Cobertura Geográfica	Empresas del sector logístico que operan en el municipio de Barrancabermeja Santander.

Elaboración propia

51

3. Análisis de resultados

Las empresas navieras que tuvieron mayor participación en el mercado fueron Impala con el 37,4% y NFC con el 34,6%; mientras que las empresas Naviera Central, Naviera Rio Grande, Transflucol y Big River, tuvieron participaciones similares en el mercado, enfocándose en tipos específicos de carga a transportar y materiales de construcción asociados a los proyectos de obras civiles en el sector hidrocarburos (figura 4).

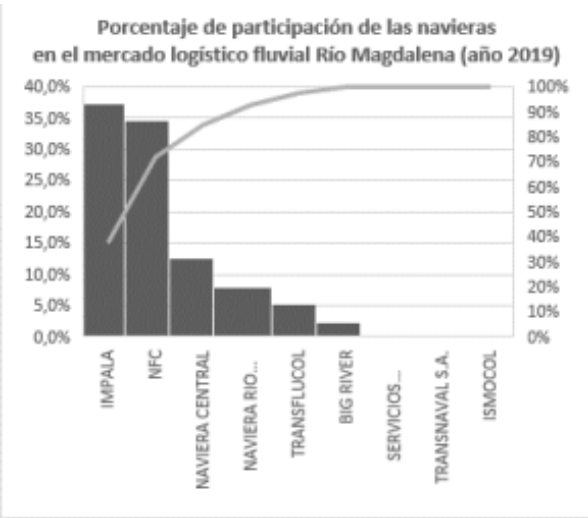


Figura 4: Participación en el mercado logístico fluvial (2019).

Elaboración propia



52

En el año 2019, en total se transportaron alrededor de 3 millones 24 mil toneladas de material (hidrocarburos, sus derivados y otros). De ese peso en toneladas, Impala y NFC transportaron 1,1 y 1 millón de toneladas respectivamente. Es decir, estas dos empresas transportan las dos terceras partes de la carga total (Figura 5).

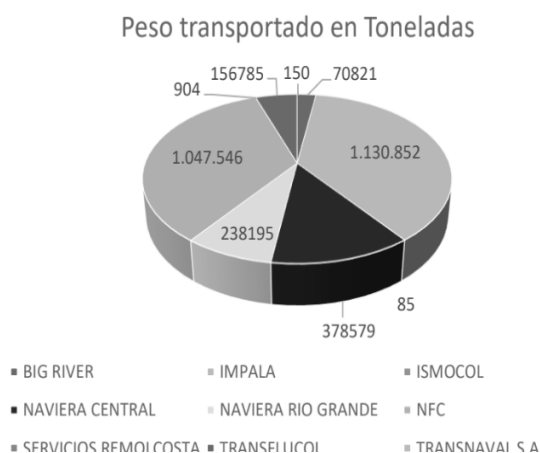


Figura 5: Peso transportado en 2019 por naviera.
Elaboración propia

Se identificaron los siguientes tipos de carga movilizados: Acero, Alambrón, Cal Viva, Carbón, Cebada, Cemento, Cerámica, Combustóleo, Contenedores, Coque, Crudo, Equipo Metalmecánico, Fertilizantes, Harina, Hierro, Maíz, Maquinaria, Nafta, OGR, Otras Manufacturas, Palanquilla, Plásticos Y Polímeros, Productos Químicos, Tablestaca, y Tubería. Sin embargo, principalmente se transporta combustóleo, crudo y Nafta (figura 6).

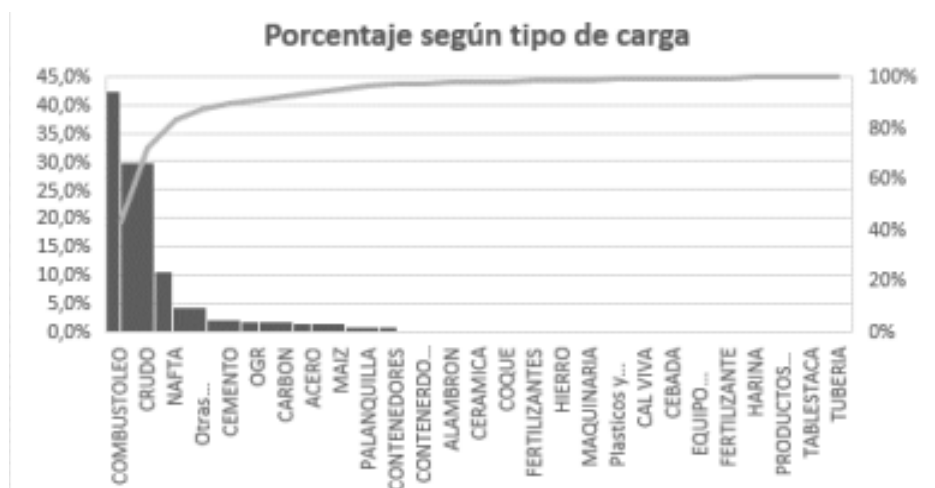


Figura 6: Participación en el mercado logístico fluvial (2019).
Elaboración propia

En sentido bajada (centro-Norte), es decir a favor de la corriente del río, se transportaron 10,7 millones de barriles de combustóleo, y 3,67 millones de barriles de crudo, para un total de 14,38 millones de barriles. Por otra parte, en sentido Norte-centro, se transportaron 0,19; 1,7 y 1,9 millones de barriles de combustóleo, crudo y Nafta respectivamente. Esto indica la gran diferencia entre el transporte de salida en comparación al transporte de entrada de hidrocarburos en la región. Evidenciando entonces que Barrancabermeja es principalmente exportador de hidrocarburos y el Río Magdalena es un aliado importante para el transporte de productos derivados del petróleo, al puerto de Cartagena.

4. Conclusiones y recomendaciones

Se desarrolló un marco de referencia para la identificación de los procesos logísticos y ventajas competitivas del sector hidrocarburos en Barrancabermeja. Primero, estableciendo que es y cómo actúa el clúster. Y, en segundo lugar, haciendo referencia al proyecto de recuperación de la navegabilidad del río Magdalena, ambos aspectos son ejes fundamentales del desarrollo de la logística de transporte intermodal en Barrancabermeja.

Se identificó las empresas más representativas del sector logístico fluvial de hidrocarburos y sus derivados en Barrancabermeja, concluyendo que Impala y NFC son las más importantes por su aporte al volumen transportado en toneladas.

Los datos históricos del año 2019 de transporte fluvial de hidrocarburos suministrados por la corporación Autónoma regional de Magdalena, permitieron establecer relaciones y aspectos a resaltar para identificar la dinámica actual de la logística del sector y sus posibilidades, teniendo en cuenta que la ejecución del proyecto de recuperación de la navegabilidad del Río Magdalena mejorará significativamente la eficiencia del sector logístico en el país. Como recomendación a trabajos de investigación posteriores, se podría analizar los datos de los años 2020 y 2021 para realizar comparaciones pertinentes, e identificar como fue afectada la dinámica del sector logístico fluvial en años de pandemia COVID-19.



Referencias

- [1] Chopra, S., & Meindl, P. (2008). Administración de la Cadena de Suministro. Estrategia, Planeación y Operación (Tercera Edición ed.). México: Pearson Education.
- [2] CCB. (2018). El clúster del petróleo en cifras bienes y servicios Barrancabermeja. Cámara de Comercio de Barrancabermeja.
- [3] Martínez, A. (2018). Estudio sobre el impacto de la actividad petrolera en las regiones productoras de Colombia: Caracterización departamental Santander. Ecopetrol S.A. Bogotá: Cuadernos Fedesarrollo.
- [4] Ramírez, J., & Cuéllar, E. (2008). Clúster del Petróleo y el Gas. Evaluación del entorno competitivo, agenda estratégica y elementos de una iniciativa de desarrollo del clúster. Bogotá: Universidad de Los Andes y Cámara de Comercio de Barrancabermeja.
- [5] Bernal Duffo, E. (2005). Red cultural del Banco de la Republica. Retrieved 04 29, 2020 from Credencial Historia No. 282. El Río Magdalena: Escenario primordial de la patria:

<https://www.banrepcultural.org/biblioteca-virtual/credencial-historia/numero-282/el-rio-magdalena-escenario-primordial-de-la-patria>
- [6] Cormagdalena. (2019). Información del Proyecto de Recuperación de la Navegabilidad del Río Magdalena. Barranquilla: Ministerio de Transporte.



Teoría de análisis de colas aplicada a la prestación del servicio de Dispensario de medicamentos

Theory of queue analysis applied to the provision of the drug dispensary service

Fabián de J Présiga D ^a
José I Arguello T ^b
Ricardo Acuña M ^c
Jimmy A Niño M ^d

^a Ingeniería, Procesos, Grupo GIOPI, ETITC, fduque@itc.edu.co

^b Ingeniería, Procesos, ETITC, jiarguello@itc.edu.co

^c Ingeniería, Procesos, ETITC, iracunam@itc.edu.co

^d Ingeniería, Industrial, Universidad Católica, jiniqo@uniandes.edu.co

Resumen

Aplicar herramientas matemáticas y de simulación para determinar cuál es el estado del sistema y cómo el aumento de servidores puede contribuir al mejoramiento del servicio, constituye el tema central de esta investigación cuyos objetivos son: Analizar el sistema de atención del dispensario, Determinar los parámetros matemáticos y simulados del proceso y, Generar el modelo óptimo de servidores que minimice el tiempo de espera. Este proyecto se enmarca en la teoría de colas para determinar los mejores parámetros de trabajo, concluyendo que, con la utilización de dos servidores, se logra disminuir en más del 80% el tiempo de espera y aumentar la cantidad de personas atendidas.

Palabras claves: Teoría de líneas de espera, sistemas de colas, llegadas, simulación, modelos matemáticos.

Abstract

Applying mathematical and simulation tools to determine what the current state of the system is and how increasing the numbers of servers can contribute to the improving the service is the central theme of this research that was proposed as objectives: Analyze the care system of the clinic, Determine the mathematical and simulated parameters of the process and, Generate the optimal servers model that minimizes queue time. For the development of this project, the queue theory was used, to determine the work parameters, concluding that with the use of two servers on Saturdays, the waiting time in the queue is reduced by more than 80% and the number of people served is increased.

Keywords: Waiting line theory, queuing systems, arrivals, simulation, mathematical models.

1. Introducción

La dispensación de medicamentos y productos para el cuidado de la salud es un servicio esencial que deben realizar a diario las empresas dedicadas a la prestación de servicios de salud y para este proceso hacen uso de algunos intermediarios llamados dispensarios. Este proceso por definición es:

El acto profesional realizado por un químico farmacéutico, tecnólogo en regencia de farmacia o expendedor de drogas que reúne las condiciones definidas como servicios farmacéuticos, consistentes en:

- La interpretación de una receta (incluye medicamentos de venta Libre).
- Información sobre el buen uso del medicamento o dispositivo médico.
- Asesoramiento para prevenir incompatibilidades frente a otros medicamentos y/o alimentos, para lograr el cumplimiento de los objetivos terapéuticos buscados, junto a la entrega del medicamento al paciente [1].

Mediante el servicio de dispensación se garantiza el acceso de la población a medicamentos y productos sanitarios, a la vez que se proporciona información para que los pacientes conozcan el uso adecuado y se detecten y corrijan posibles problemas, derivados de su utilización.

El caso de estudio se desarrolla en el mes de mayo de 2019 en un dispensario de una EPS del vecino municipio de Soacha los sábados; ya que este día es el que más personas se acercan a hacer uso del servicio y por esto los tiempos de espera se incrementa de forma exponencial, generando una gran cantidad de reclamos y el descontento de los usuarios, que piden el aumento de servidores. Con la aplicación de un modelo de colas o filas de espera de forma matemática y desarrollando un modelo de simulación en Excel, se determinará cual será el número óptimo de servidores para el modelo de estudio que genere un menor tiempo de espera en la cola con el menor costo del servicio.



2. Marco teórico

58

La teoría de colas se puede definir según el autor como:

El estudio de las líneas de espera, es una de las técnicas de análisis cuantitativo más antigua y que se utiliza más extensamente. Las líneas de espera son un suceso de todos los días que afectan a las personas que van de compras, a cargar gasolina, a hacer un depósito bancario o a quienes esperan en el teléfono [2].

Además, otros autores aportan lo siguiente:

Los elementos básicos de un sistema de colas serian, un insumo o población de clientes, que genera usuarios potenciales, una fila de espera formada por los clientes, la o las instalaciones, que están constituidas por una persona (o una cuadrilla), una máquina (o grupo de máquinas) y una regla de prioridad para seleccionar el siguiente cliente que será atendido por la instalación de servicio [3].

Según Render:

Los sistemas de servicio generalmente se clasifican en términos del número de canales o de servidores, y el número de fases o de paradas de servicio que deban realizarse [2]. De esta manera existen varios tipos de sistemas:

- Sistema de un solo canal con un solo servidor.
- Sistema de un solo canal y múltiples fases.
- Sistema multicanal de una sola fase.
- Sistema multicanal y múltiples fases.

Los actores principales en una línea de espera o cola son el cliente y el servidor. Los clientes se generan como una fuente, al llegar a la instalación puede recibir servicio de inmediato o esperar en una cola o línea de espera, si la instalación está ocupada.

Desde el punto de vista de [4] “el análisis de las colas, el proceso de llegada se representa con el tiempo entre arribos de los clientes sucesivos (Distribución Poisson), y el servicio se describe como el tiempo de servicio por cada cliente”.

Es frecuente que:

En los problemas de colas, el número de llegadas por unidad de tiempo se puedan calcular mediante una distribución de probabilidad conocida como Poisson, también, en muchos de los casos se puede suponer que los tiempos de servicio aleatorios se describan mediante la distribución de probabilidad Exponencial negativa [2].

Otra herramienta importante para esta investigación es la simulación, su importancia radica en:

La popularidad en sectores como el de la economía mediante el uso de los computadores está creciendo, y su uso se ha incrementado a partir del desarrollo de equipos de cómputo y modelos por computadora más potentes y menos costosos. Se pueden utilizar para productos individuales, pero, una vez más, la recopilación de información tiende a ser costosa y lenta. El valor real de estos modelos radica en que son rápidos y económicos de utilizar una vez que la información ha “poblado” al modelo [5].

Algunas aplicaciones de esta técnica para mejorar procesos de prestación de servicios se resumen en que:

La simulación de procesos se ha utilizado en forma rutinaria en los negocios para solucionar problemas operativos complejos, de modo que no debe extrañarnos que sea una herramienta útil para las aplicaciones Six Sigma, sobre todo para aquéllas que comprenden mejoras en el servicio a clientes, reducción del tiempo del ciclo y reducción de la variabilidad [6].

Los métodos de simulación como la Montecarlo, son procesos matemáticos que hacen uso de los números aleatorios y las distribuciones de probabilidad para acercarse a la realidad; existen varios métodos y Softwares utilizados para tal fin (FlexSim, Promodel y Excel). En esta investigación se utilizarán los modelos matemáticos y las hojas de cálculo de Excel.

El aporte de [7] “para que el resultado de una variable aleatoria llegue al estado estable en una simulación no terminal, es necesario garantizar que la longitud de la réplica, n , sea lo suficientemente grande para que la variación entre replicas no difiera de cierta exactitud”.

Para determinar el tamaño de la muestra es necesario identificar los siguientes componentes o elementos técnicos:

- La varianza (δ^2), es el grado de variabilidad que presentan las unidades de la población. Mientras más grande sea δ^2 mayor será el tamaño de la muestra. En el caso de $\delta^2 = pq$, se tiene la costumbre de tomar $p=0,5$ con el cual se obtiene el máximo valor para n .
- El nivel de confianza (Z) tiene relación directa con el tamaño de la muestra, por lo tanto, se dirá que a mayor nivel de confianza más grande debe ser el tamaño de la muestra.
- Como lo menciona (Ciro, 2008), “la precisión de la estimación corresponde al margen de error que el investigador fija de acuerdo con el conocimiento que tenga acerca del parámetro que piensa estimar”.

60

- Tamaño de la muestra

$$n = \frac{Z^2 PQ}{E^2} \quad (1)$$

- Formulación de los sistemas de colas para un servidor (M/M/1) y múltiples servidores (M/M/S) se toman de [8] que muestra las siguientes formulas:
- Para un servicio (M/M/1)

λ = Número promedio de arribos/llegadas por periodo de tiempo

μ = Velocidad de servicio (cantidad de personas atendidas en un periodo de tiempo)

S = Número de servidores

- Factor de utilización del servicio (probabilidad de que el sistema esté en uso)

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} \quad (2)$$

- Porcentaje del tiempo de ocio

$$\rho_{(0)} = (1 - \rho) = \left(1 - \frac{\lambda}{\mu}\right) \quad (3)$$

- Número promedio de clientes o unidades del sistema

$$L_{(s)} = \frac{\lambda}{\mu - \lambda} \quad (4)$$

- Tiempo promedio que un cliente pasa dentro del sistema

$$W_{(s)} = \frac{1}{\mu - \lambda} \quad (5)$$

- Número promedio de clientes en la cola

$$L_{(q)} = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)} = \rho * L_{(s)} \quad \text{Código de campo cambiado} \quad (6)$$

- Tiempo promedio que el cliente pasa en espera en la cola

$$W_{(q)} = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)} = \rho * W_{(s)} \quad \text{Código de campo cambiado} \quad (7)$$

- Probabilidad de que haya N número de clientes en el sistema

$$\rho_{(n)} = \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n \times \rho_{(0)} \quad (8)$$

- Formulación de los sistemas de colas para un servidor (M/M/S)

λ = Número de promedios de arribos/llegadas por periodo de tiempo.

μ = Velocidad de servicio (Cantidad de personas atendidas en un periodo de tiempo)

S = Número de servidores

- Factor de utilización del servicio (probabilidad de que el sistema esté en uso)

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu * S} \quad (9)$$

- Porcentaje del tiempo de ocio

$$\rho_{(0)} = \left[\left\{ \sum_{n=0}^{s-1} \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n}{n!} \right\} + \left\{ \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^s}{s!} * \left(\frac{1}{1-\rho}\right) \right\} \right]^{-1} \quad (10)$$

- Número promedio de clientes o unidades del sistema

$$L_s = \lambda * W_s \quad (11)$$

- Tiempo promedio que un cliente pasa dentro del sistema

$$W_s = w_q + \frac{1}{\mu} \quad (12)$$

- Número promedio de clientes en la cola

$$L_{(q)} = \frac{\rho_{(0)} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^s * \rho}{s! (1-\rho)^2} \quad (13)$$

- Tiempo promedio que el cliente pasa en espera en la cola

$$W_{(q)} = \frac{L_q}{\lambda} \quad (14)$$



62

- Probabilidad de que haya N número de clientes en el sistema

$$P_{(n)} = \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^S}{s!s^{n-s}} * \rho(0); \text{ para } n > S \quad (15)$$

$$\frac{\lambda}{n!} * \rho(0); \text{ para } 0 < n < S \quad (16)$$

Para muchos autores:

Cuando se hace uso de una herramienta como la simulación para determinar el comportamiento de un proceso, es necesario darle todo el soporte técnico; para esto se hace uso de dos parámetros importantes. Una forma operativa de saber que tan precisa es la estimación consiste en calcular un Intervalo de Confianza que indique un rango “donde pueda estar el parámetro” con cierto nivel de seguridad o confianza [9].

Se presentan dos casos los cuales dependen del tipo de distribución que presenten los datos y pueden ser Normal.

$$IC = \left[\bar{X} \pm (s/\sqrt{r}) * (t_{\frac{\alpha}{2}, r-1}) \right] \quad (17)$$

o que no presenten un comportamiento normal.

$$IC = \left[\bar{X} \pm \left(\frac{s}{\sqrt{r/2}} \right) \right] \quad (18)$$

En las dos ecuaciones:

r = número de réplicas.

α = Nivel de confianza

Al igual que el IC, para que el resultado de una variable aleatoria llegue al estado estable en una simulación, es necesario garantizar que la longitud de la réplica n , sea lo suficientemente grande para que la variación entre replicas no difiera de cierta exactitud, en caso de normalidad el tamaño de la corrida de la simulación se calcula como:

$$n = \left(\frac{\sigma Z_{\alpha/2}}{\varepsilon} \right)^2 \quad (19)$$

Cuando se desconoce el tipo de distribución de la variable aleatoria a simular o bien la suposición de normalidad no existe, es preciso hacer uso del teorema de Tchebycheff para calcular la longitud de la réplica [4].

En este caso se utiliza:

$$n = \left\lceil 1/\alpha * \left(\frac{S}{\varepsilon}\right)^2 \right\rceil \quad (20)$$

Un factor que es determinante al momento de tomar decisiones sobre la aplicación o no de una mejora en el sistema de colas es el económico, ya que la visión del dueño del servicio es casi totalmente opuesta a la del cliente; mientras a uno le interesa la pronta atención al otro este aspecto no es fundamental (dependiendo del sistema). Para este aspecto se tendrá en cuenta la siguiente ecuación:

$$\text{Costo total del Servicio} = S * C_s \quad (21)$$

Donde:

S = número de servidores

C_s = costo del sistema, o costo del servidor

En algunos casos, sería importante saber el costo del tiempo de espera, ya que en determinados sistemas el tiempo de ocio del cliente es muy importante y más su fidelización.

3. Metodología

Se desarrolló un estudio de campo durante cuatro (4) sábados seguidos tomando un promedio de 150 datos en cada ocasión del tiempo entre llegadas de los clientes e igual número de datos para los tiempos de servicios generados para la atención de cada servicio. De la formula (1) se obtiene el número de datos que se deben tomar, así:

Nivel de confianza (Z) = 95 % (1,96)

Proporción de error (P) = 10 %

Error de estimación de n = 5 %

$$n = \frac{(1,96)^2 (0,1 * 0,9)}{(0,05)^2}$$

$$n = 138,3 \cong 139$$

Esta información se tabuló y se promediaron todos los datos para obtener 50 valores de tiempo entre llegadas y tiempo de atención; fue necesario hacerlo para poder utilizar el



software Promodel y su herramienta stat: fit, que solo permite trabajar con 50 datos en su versión estudiantil. Pero tiene una fortaleza en el análisis de sensibilidad. Con estos resultados se determinó el número de réplicas necesarias en la simulación para obtener la estabilidad de los datos y darles rigor científico a los resultados.

Luego, se realizaron los cálculos matemáticos en Excel para los modelos de un (1) servidor y S servidores; lo cual permitirá determinar el número necesario de servidores, que idealmente generaran un menor tiempo de espera en la cola para el servicio de atención en el dispensario.

Finalmente, se realizó la presentación de los escenarios y los resultados de los modelos para concluir cuál será la mejor decisión que deberá o podrá tomar la EPS para optimizar la prestación del servicio de dispensación y de atención al usuario.

4. Análisis de resultados

De acuerdo con el estudio de campo y con los datos tabulados se observa una muy marcada cola de espera, con tiempos en la fila muy extensos lo cual genera insatisfacción de los usuarios del dispensario farmacéutico; generando la necesidad de aplicar los modelos de teoría de colas para poder mejorar la prestación del servicio.

En la tabla 1 se muestra el resultado del tratamiento de los datos para realizar su estudio a partir de la aplicación del programa Stat: fit de Promodel.

Tabla 1. Tratamiento de los datos de arribo y de servicio.

Datos de tiempo entre llegadas y tiempo de servicio					
Dato	Tiempo entre Llegadas (min)	Tiempo de Servicio (min)	Dato	Tiempo entre Llegadas (min)	Tiempo de Servicio (min)
1	1	3	26	1	15.5
2	3	3	27	0.45	8
3	1	5	28	0.45	5
4	2	8	29	0.45	5
5	2	3	30	0.3	1
6	3	3	31	0.3	5
7	4	2	32	2	8
8	0.45	2	33	1	4
9	0.1	2	34	4	2
10	4	2	35	1	6
11	1	4	36	2.45	3
12	2	6	37	0.15	3
13	2	5.5	38	4	2
14	0.15	11	39	10	2
15	2	8	40	2	3
16	0.20	2	41	4	4
17	0.25	9	42	5	3
18	2	10	43	2	4
19	0.1	3	44	8	11
20	2	4	45	5	9
21	0.15	3	46	2	6
22	0.1	4	47	9	3
23	0.2	2	48	4	3
24	0.3	7	49	4	4
25	0.3	3	50	1	2

Con los resultados de las pruebas estadísticas podremos determinar si su comportamiento se parece a una Distribución Normal o no; lo cual permitirá determinar la longitud de la corrida de Simulación y los parámetros de sensibilidad.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos del tratamiento de los datos en el software Promodel, que permitirán determinar los tipos de distribución que tienen los tiempos entre llegadas y de servicio, estos tomados en el estudio de campo realizado para el estudio y como parte de la materia de Sistemas Dinámicos.



Tabla 2. Datos del tipo de distribución de los tiempos entre Llegas.

Auto::Fit of Distributions		
distribution	rank	acceptance
Exponential (0.,2.13)	100	do not reject
Lognormal (0., 0.149, 1.26)	18.9	do not reject
Uniform (0., 10.)	0.	reject

La tabla 2, muestra que en un 100 % de los casos los valores del tiempo entre llegadas del caso de estudio tienen una Distribución Exponencial con los parámetros (0;2,135), la cual es característica de los sistemas de cola.

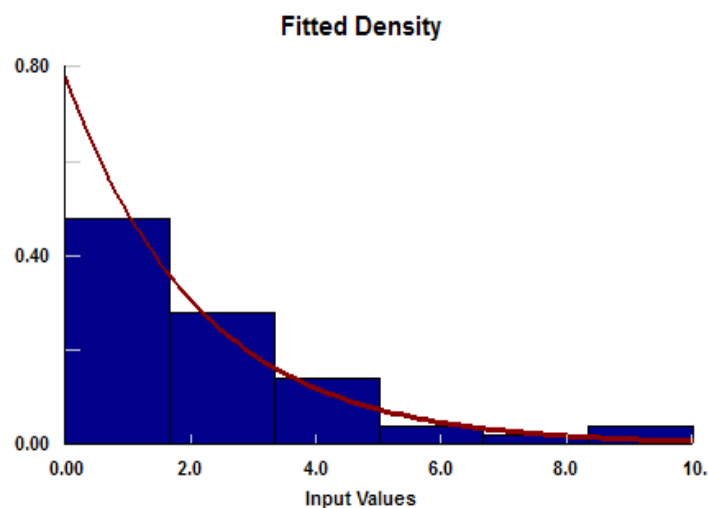


Fig. 1 Resultados para el tipo de Distribución del Tiempo entre Llegadas.

En la figura 1, se puede observar el histograma de frecuencia y la gráfica de la Distribución Exponencial correspondiente a los datos tomados del intervalo de llegadas, reportado por el Software Promodel.

Tabla 3. Datos de la prueba de bondad de ajuste de los tiempos entre Llegas.

Goodness of fit			
data points	50		
estimates	maximum likelihood estimates		
accuracy of fit	3.e-004		
level of significance	5.e-002		
summary			
	Kolmogorov	Anderson	
distribution			
Exponential	0,216	2,45	
Lognormal	0,167	1,11	
Uniform	0,435	20,1	
detail			
Exponential			
minimun	=	0. (fixed)	
beta	=	2.135	
Kolmogorov - Smirnov			
data points	50		
ks stat	0,15		
al pha	5.e-002		
ks stat (50,5.e-002)	0,188		
p-value	0,191		
result	DO NO REJECT		
Anderson-Darling			
data points	49		
ks stat	0,969		
al pha	5.e-002		
ks stat (5,5.e-002)	2,49		
p-value	0,374		
result	DO NO REJECT		
Lognormal			
minimun	=	0. (fixed)	
beta	=	0,149153	
sigma	=	1,25642	
Kolmogorov - Smirnov			
data points	50		
ks stat	0,187		
al pha	5.e-002		
ks stat (50,5.e-002)	0,188		
p-value	5,18E-02		
result	DO NO REJECT		
Anderson-Darling			
data points	49		
ks stat	1,22		
al pha	5.e-002		
ks stat (50,5.e-002)	2,49		
p-value	0,259		
result	DO NO REJECT		

La tabla 3, muestra los resultados de la prueba bondad de ajuste, que permite determinar si en realidad estos datos se comportan de acuerdo con la distribución de probabilidad que se determinó anteriormente; a pesar de que la prueba Chi- cuadrada rechaza la Distribución Exponencial la prueba Kolmogorov – Smirnov los valida.

También, permite demostrar que los datos no siguen una Distribución Normal, lo cual será de utilidad para determinar la longitud de la corrida y los intervalos de confianza del modelo resultante.

De igual manera se procederá para determinar el tipo de distribución que sigue el tiempo de servicio.

68

Tabla 4. Datos del tipo de distribución de los tiempos de servicio.

Auto.:Fit of Distributions		
distribution	rank	acceptance
Lognormal (1.,1.06, 0.746)	100	do not reject
Exponential (1., 3.72)	2.54	reject
Uniform (1., 15.5)	0.	reject

La tabla 4, muestra que en un 100 % de los casos los valores del tiempo de servicio del caso de estudio tienen una Distribución Lognormal con los parámetros (1.,1.06, 0.746).

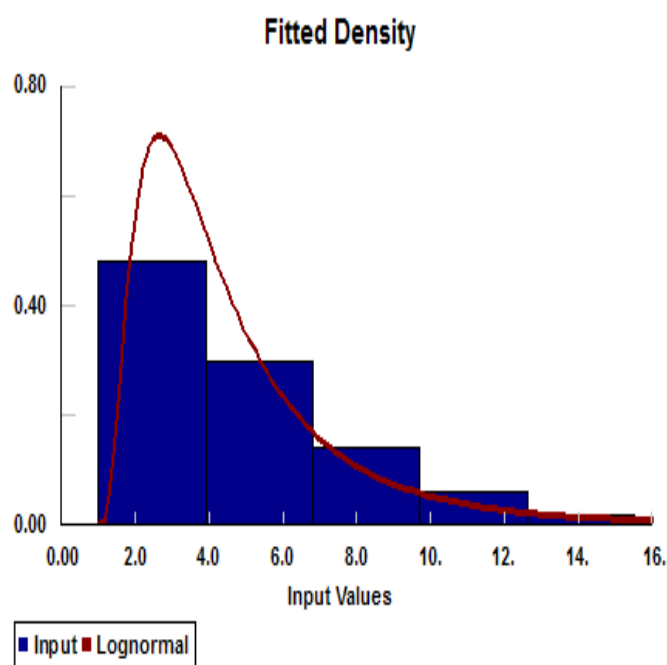


Fig. 2 Resultados para el tipo de distribución del Tiempo de Servicio.

En la figura 2, se puede observar el histograma de frecuencia y la gráfica de la Distribución Lognormal correspondiente a los datos tomados del tiempo entre llegadas, y determinado por el software.

Tabla 5. Datos de la prueba de bondad de ajuste de los tiempos de servicio.

Goodness of fit			
data points	50		
estimates	maximum likelihood estimates		
accuracy of fit	3.e-004		
level of significance	5.e-002		
summary			
	Kolmogorov	Anderson	
distribution			
Exponencial	0,216	2,45	
Lognormal	0,167	1,11	
Uniform	0,435	20,1	
detail			
Exponential			
minimun	=	1. (fixed)	
beta	=	4	
Kolmogorov - Smirnov			
data points	50		
ks stat	0,216		
al pha	5.e-002		
ks stat (50,5.e-002)	0,188		
p-value	1,60E-02		
result	REJECT		
Anderson-Darling			
data points	49		
ks stat	2,45		
al pha	5.e-002		
ks stat (5,5.e-002)	2,49		
p-value	5,24E-02		
result	DO NO REJECT		
Lognormal			
minimun	=	1. (fixed)	
beta	=	1,056930	
sigma	=	0,74593	
Kolmogorov - Smirnov			
data points	50		
ks stat	0,167		
al pha	5.e-002		
ks stat (50,5.e-002)	0,188		
p-value	1,09E-01		
result	DO NO REJECT		
Anderson-Darling			
data points	49		
ks stat	1,11		
al pha	5.e-002		
ks stat (5,5.e-002)	2,49		
p-value	0,303		
result	DO NO REJECT		

La tabla 5, muestra las pruebas de bondad de ajuste y se puede ver que la prueba de Kolmogorov - Smirnov no rechaza la Distribución Lognormal como parámetro para el tiempo de servicio en el modelo de atención a los clientes del dispensario de la EPS ubicada en la localidad de Soacha. Para que una prueba de bondad de ajuste no sea rechazada es necesario que el valor del p-value sea mayor a 0,05, que corresponde al nivel de significancia. Para [9] “es el área bajo la distribución de referencia más allá del valor del estadístico de Prueba”.

Enseguida se muestra todo el desarrollo matemático de los parámetros para un solo servidor (M/M/1) estado actual y para el modelo propuesto de S servidores (M/M/S).

Se desarrolla un modelo matemático en Excel que permite realizar los cálculos automáticamente de todos los parámetros con solo tener definidos o calculados el tiempo entre llegadas, el tiempo de servicio y la cantidad de servidores que se pretenden utilizar.

Se parte de los datos recopilados en el estudio de campo y en cada caso se determina el promedio de tiempo entre llegadas, el tiempo promedio que se demora el servicio y la cantidad de servidores que tiene el sistema.

Con los siguientes parámetros de prueba se iniciará el desarrollo de los modelos, así:

$$\lambda = \frac{1}{2,4} \quad \mu = \frac{1}{4,7} \quad S = 1, 2, 3$$

Tabla 6. Datos obtenidos del modelo M/M/1

M/M/1			
Datos		Resultados	
t entre Arribos (λ) min	0,33	P	1,479
t de Servicio (μ) min	0,223	Ls	-3,09
Cantidad de Servidores (s)	1	Lq	-4,568
		Ws	-9,362
		Wq	-13,842
		P(0)	-0,479

La tabla 6 muestra los resultados obtenidos al realizar todos los cálculos del modelo de un solo servidor, donde se puede determinar que la ocupación del sistema es de 147,9 % (multiplicar el valor 1,479 x 100 %), lo que demuestra que este sistema siempre estará saturado y un solo servidor no podrá dar un buen servicio; se está trabajando sobre el nivel del 100 % (algo imposible de sostener por un gran lapso de tiempo).

Los valores negativos en los parámetros (L_s , L_q , W_s , etc) refuerzan la conclusión que el modelo está saturado. De acuerdo con los datos obtenidos en algunos softwares que se encuentran gratis en la red (calculadora de Teoría de filas (Colas) de Espera, Supositorio.com) se concluye que el modelo tiende a infinito ya que el valor de Λ es mayor o igual a una vez μ .

Tabla 7. Datos obtenidos del modelo M/M/2

M/M/S			
Datos		Resultados	
t entre Arribos	0,33	P	0,739
t de Servicio	0,223	L_s	3,26
Cantidad de	2	L_q	1,781
		W_s	9,879
		W_q	5,399
		$P(0)$	0,149

Los resultados de la tabla 7, muestran que el modelo con dos (2) servidores está trabajando con un porcentaje menor al 100 % del tiempo del operario, lo que evidencia que el sistema estaría o sería susceptible de colapsar en el tiempo. Adicionalmente la cantidad de personas en el sistema y en la cola (L_s y L_q) son aceptables, por lo que el cliente estará pasando en promedio casi diez minutos (10) en el sistema (W_s).

En conclusión, un modelo de dos (2) servidores mejora el sistema, pero no garantiza que este se pueda mantener en el tiempo operando; sería necesario realizar la implementación y un seguimiento estricto por un mayor tiempo.

Tabla 8. Datos obtenidos del modelo M/M/3

M/M/S			
Datos		Resultados	
t entre Arribos	0,33	P	0,492
t de Servicio	0,223	L_s	1,701
Cantidad de	3	L_q	0,222
		W_s	5,154
		W_q	0,674
		$P(0)$	0,215

En la tabla 8 se muestran unos resultados mucho más cercanos a lo que esperaría encontrar un cliente al hacer uso del sistema o ser atendido por uno de los tres (3)



servidores que tiene este modelo, lo cual le permitirá pasar en promedio no más de un (1) minuto en la cola y que solo se encuentre una persona en la cola del sistema.

Desde el punto de vista del usuario del sistema este sería el mejor modelo que debería aplicar la EPS, pero se debe mirar el modelo desde las dos perspectivas (cliente y dueño o prestador del servicio); para lograr el mejor acuerdo, y prestar un mejor servicio.

De acuerdo con los modelos vistos en el mercado colombiano, ningún dispensador de medicamentos trabaja con tiempos de espera tan bajos como el modelo de tres personas, por lo cual esta investigación se limitará a resolver los modelos de uno y dos servidores.

En coherencia con lo anterior, se procederá a realizar la simulación en Excel del modelo (M/M/1) y (M/M/S); pero antes debemos calcular el tamaño de la corrida y el Intervalo de Confianza (IC). Para el tamaño de corrida se realizó una primera simulación con setenta (70) clientes, aproximadamente una (1) hora para determinar algunos parámetros que son necesarios para los cálculos como la desviación estándar. Los parámetros seleccionados para esto son los siguientes:

Desviación estándar de la muestra (S) = 0,46

Error de la estimación del tamaño (E)= 5 %

Intervalo de confianza (95 %) = 5%

De la ecuación (20) se obtiene:

$$n = \frac{1}{0,05} \left(\frac{0,46}{0,05} \right)^2$$

$$n = 1692,8 \cong 1700 \text{ Clientes}$$

Se trabajó con una muestra de 1700 clientes como lo indicó el tamaño de la corrida, lo cual mostró que estos deberían ser atendidos en menos de 60 horas y los tiempos de servicio y de llegada simulados tienen coherencia con los datos que se recopilaron en el estudio de campo.

Tabla 9. Datos de la Simulación en Excel del modelo (M/M/1)

	Reloj (h)	Cliente	Aleatorio t Llegada	t entre Llegadas (min)	t de Llegada (min)	t Inicio de Servicio (min)	t Espera (min)	t de Servicio (min)	t Terminación Servicio (min)	t en la Cola Wq (min) M/M/1	t en el Sistema Ws (min) (M/M/1)
1											
2	0,0144	1	0,35	0,87	0,87	0,00	0,00	1,77	1,77	0,00	1,77
3	0,0815	2	0,87	4,02	4,89	4,89	0,00	2,92	7,81	0,00	2,92
4	0,0865	3	0,14	0,30	5,19	7,81	2,61	3,30	11,11	2,61	5,91
5	0,1562	4	0,88	4,18	9,37	11,11	1,73	4,19	15,30	1,73	5,93
6	0,1909	5	0,65	2,08	11,46	15,30	3,84	2,22	17,52	3,84	6,07
7	0,2042	6	0,33	0,79	12,25	17,52	5,27	2,78	20,30	5,27	8,05
8	0,2535	7	0,77	2,96	15,21	20,30	5,09	2,90	23,20	5,09	7,99
9	0,2998	8	0,75	2,78	17,99	23,20	5,21	3,92	27,11	5,21	9,12
10	0,3094	9	0,25	0,57	18,56	27,11	8,55	5,72	32,83	8,55	14,27
11	0,3308	10	0,47	1,29	19,85	32,83	12,98	9,96	42,78	12,98	22,93
12	0,3551	11	0,52	1,46	21,31	42,78	21,48	3,78	46,57	21,48	25,26
13	0,3783	12	0,50	1,39	22,70	46,57	23,87	2,36	48,93	23,87	26,24
14	0,4166	13	0,68	2,30	25,00	48,93	23,94	6,04	54,97	23,94	29,97
15	0,4437	14	0,56	1,63	26,62	54,97	28,35	3,42	58,39	28,35	31,77
16	0,5743	15	0,98	7,84	34,46	58,39	23,93	16,95	75,34	23,93	40,88
1685	57,759	1684	0,93	5,36	3465,54	6292,79	2827,25	4,45	6297,24	2827,25	2831,70
1686	57,797	1685	0,68	2,25	3467,79	6297,24	2829,45	1,76	6299,00	2829,45	2831,21
1687	57,83	1686	0,63	1,98	3469,77	6299,00	2829,23	3,18	6302,18	2829,23	2832,40
1688	57,873	1687	0,73	2,63	3472,40	6302,18	2829,77	1,76	6303,93	2829,77	2831,53
1689	57,873	1688	0,00	0,01	3472,41	6303,93	2831,52	2,94	6306,87	2831,52	2834,46
1690	57,875	1689	0,05	0,10	3472,51	6306,87	2834,37	3,76	6310,64	2834,37	2838,13
1691	57,913	1690	0,68	2,29	3474,80	6310,64	2835,84	2,07	6312,71	2835,84	2837,91
1692	57,943	1691	0,59	1,76	3476,56	6312,71	2836,15	3,81	6316,52	2836,15	2839,96
1693	57,97	1692	0,57	1,67	3478,23	6316,52	2838,29	5,26	6321,78	2838,29	2843,55
1694	57,988	1693	0,41	1,06	3479,29	6321,78	2842,49	1,98	6323,77	2842,49	2844,48
1695	58,053	1694	0,86	3,91	3483,20	6323,77	2840,57	7,72	6331,49	2840,57	2848,29
1696	58,102	1695	0,77	2,91	3486,11	6331,49	2845,38	7,63	6339,12	2845,38	2853,02
1697	58,219	1696	0,97	7,01	3493,12	6339,12	2846,01	1,53	6340,65	2846,01	2847,54
1698	58,242	1697	0,50	1,40	3494,51	6340,65	2846,14	0,76	6341,41	2846,14	2846,90
1699	58,263	1698	0,46	1,24	3495,75	6341,41	2845,66	4,89	6346,31	2845,66	2850,56
1700	58,354	1699	0,94	5,49	3501,24	6346,31	2845,07	1,85	6348,15	2845,07	2846,91
1701	58,360	1700	0,16	0,34	3501,58	6348,15	2846,57	7,77	6355,92	2846,57	2854,34
1702		850,5	0,50633	2,05975	1742,72	3195,27	1452,6	3,7369	3199,00692	1452,55	1456,29

En la tabla 9 se muestra la simulación del sistema de un solo servidor (M/M/1), evidencia que el sistema después del usuario número catorce, tienen que esperar un tiempo largo para su atención (28,35 minutos); esto demuestra que el sistema no puede mantenerse



en funcionamiento de manera óptima o prestando un buen servicio para los clientes. Lo anterior, sumado a lo que muestra la tabla 6 en la columna de resultados (valores negativos), refuerza la necesidad de implementar un nuevo servidor como mínimo para prestar un mejor servicio y que el cliente se sienta cómodo con él y no abandone el sistema antes de recibir su atención. Los valores de los tiempos entre llegas y los tiempos de servicio simulados, tienen un comportamiento similar a los que se tomaron en el estudio de campo y con sus promedios se realizó el procedimiento matemático; en el caso de la simulación ya se utilizó la distribución que arrojó el software para cada una de ellas (Exponencial en los tiempos entre llegadas y Lognormal en el tiempo de servicio).

Tabla 10. Datos de la Simulación en Excel del modelo (M/M/2).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
	Reloj (h)	Cliente	Aleatorio t Llegadas	t entre Llegadas (min)	t Inicio de Servicio (min)	t Espera 1 (min)	t Espera 2 (min)	t Servicio 1 (min)	t Terminación 1 (min)	t Servicio 2 (min)	t Terminación 2 (min)	t en el Sistema Ws (min) M/M/2	t en Cola Wq (min) M/M/2
1													
2	0,01	1	0,261	0,604	0,604	0,000	0,000	3,903	4,507	0,000	0,604	3,903	0,000
3	0,036	2	0,514	1,542	2,146	0,000	0,000	0,00	0,000	2,947	5,093	2,947	0,000
4	0,05	3	0,322	0,831	2,977	0,000	0,000	14,30	17,279	0,000	5,093	14,303	0,000
5	0,076	4	0,521	1,573	4,549	0,000	0,544	0,00	0,000	2,865	7,958	3,409	0,272
6	0,086	5	0,255	0,628	5,177	0,000	0,000	1,83	7,012	0,000	7,958	1,835	0,000
7	0,108	6	0,451	1,282	6,459	0,553	0,000	4,33	11,342	0,000	7,958	4,883	0,276
8	0,123	7	0,359	0,949	7,408	3,934	0,000	9,19	20,537	0,000	7,958	13,128	1,967
9	0,229	8	0,949	6,344	13,752	0,000	0,000	0,00	0,000	1,913	15,666	1,913	0,000
10	0,261	9	0,596	1,935	15,687	0,000	0,000	0,00	0,000	1,208	16,895	1,208	0,000
11	0,293	10	0,587	1,889	17,576	0,000	0,000	0,00	0,000	2,175	19,751	2,175	0,000
12	0,373	11	0,894	4,801	22,377	0,000	0,000	0,00	0,000	6,552	28,929	6,552	0,000
13	0,376	12	0,089	0,198	22,575	0,000	0,000	5,40	27,979	0,000	28,929	5,404	0,000
14	0,399	13	0,474	1,370	23,945	4,034	0,000	6,86	34,836	0,000	28,929	10,891	2,017
15	0,468	14	0,856	4,143	28,089	0,000	0,840	0,00	0,000	1,419	30,348	2,259	0,420
16	0,49	15	0,462	1,325	29,414	0,000	0,000	2,44	31,856	0,000	30,348	2,441	0,000
1684	59,18	1683	0,526	1,594	3551,081	0,000	2,190	0,00	0,000	7,810	3561,081	10,000	1,095
1685	59,2	1684	0,404	1,105	3552,186	0,000	0,000	4,01	3556,198	0,000	3561,081	4,011	0,000
1686	59,2	1685	0,041	0,089	3552,276	3,922	0,000	3,53	3559,723	0,000	3561,081	7,447	1,961
1687	59,23	1686	0,475	1,374	3553,650	6,073	0,000	3,88	3563,601	0,000	3561,081	9,951	3,037
1688	59,26	1687	0,608	2,001	3555,651	0,000	5,430	0,00	0,000	13,054	3574,135	18,484	2,715
1689	59,28	1688	0,455	1,297	3556,948	0,000	0,000	8,75	3565,697	0,000	3574,135	8,749	0,000
1690	59,32	1689	0,673	2,390	3559,338	0,000	14,797	0,00	0,000	2,650	3576,785	17,447	7,399
1691	59,33	1690	0,231	0,561	3559,899	0,000	0,000	1,51	3561,410	0,000	3576,785	1,511	0,000
1692	59,4	1691	0,835	3,845	3563,744	0,000	13,041	0,00	0,000	1,809	3578,594	14,850	6,521
1693	59,42	1692	0,530	1,614	3565,358	0,000	13,236	0,00	0,000	6,164	3584,758	19,400	6,618
1694	59,5	1693	0,892	4,749	3570,107	0,000	14,651	0,00	0,000	1,029	3585,787	15,680	7,326
1695	59,52	1694	0,351	0,922	3571,029	0,000	0,000	1,79	3572,814	0,000	3585,787	1,785	0,000
1696	59,61	1695	0,924	5,491	3576,520	0,000	9,267	0,00	0,000	2,726	3588,513	11,993	4,634
1697	59,61	1696	0,003	0,007	3576,527	0,000	0,000	9,32	3585,846	0,000	3588,513	9,319	0,000
1698	59,62	1697	0,203	0,485	3577,012	8,834	0,000	2,81	3588,660	0,000	3588,513	11,647	4,417
1699	59,71	1698	0,927	5,593	3582,605	0,000	5,908	0,00	0,000	2,668	3591,181	8,576	2,954
1700	59,74	1699	0,522	1,578	3584,183	0,000	6,998	0,00	0,000	4,386	3595,566	11,384	3,499
1701	59,75	1700	0,270	0,672	3584,854	0,000	0,000	7,56	3592,411	0,000	3595,566	7,556	0,000
1702		850,5	0,4950994	2,108738	1776,5638	1,6864	3,7387	1,95219	922,025584	1,82334	1787,15319	9,2007	2,71259

Los resultados de la simulación con dos servidores (M/M/2), al igual que los datos realizados en el modelo matemático en Excel, muestran que los 1700 clientes se pueden atender en menos de 60 horas y con unos tiempos de espera en fila muy bajos en comparación con los del modelo de un solo servidor.

Además, los tiempos de espera en cada uno de los servidores son muy cercanos a cero, lo que demuestra que la atención mejora mucho más de lo que cualquier cliente esperaría en un sistema de atención médico en el país; ya que los tiempos de atención y demás son bastante largos en estos sistemas.

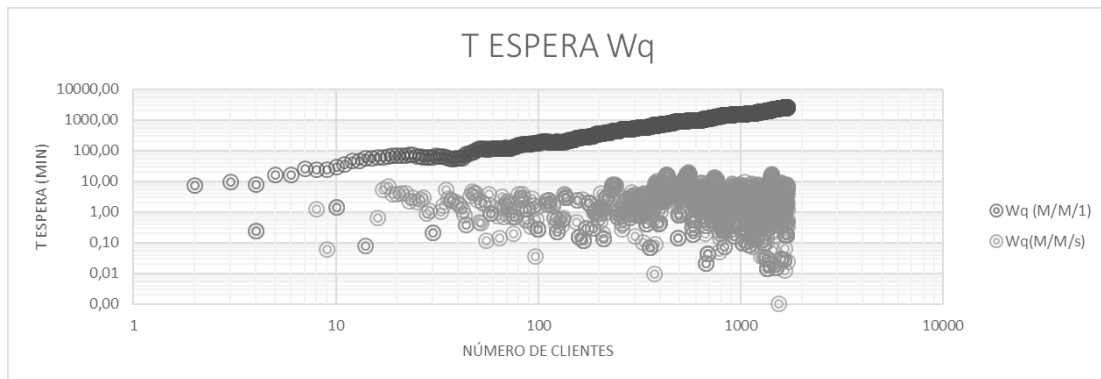


Fig. 3 Resultados del análisis del tiempo en cola de los dos sistemas. Fuente: Elaboración propia

La figura 3 muestra el comportamiento de los dos sistemas en el tiempo que los clientes pasan en la cola; en el caso de un solo servidor este tiempo tiende a ser infinito y si el sistema fuera continuo el cliente número 1700 pasaría en promedio 2846,57 minutos (poco más de 47 horas) para recibir su servicio, lo cual en el sistema de dos servidores y que se puede ver en la gráfica es cero (estos valores son un cálculo promedio).

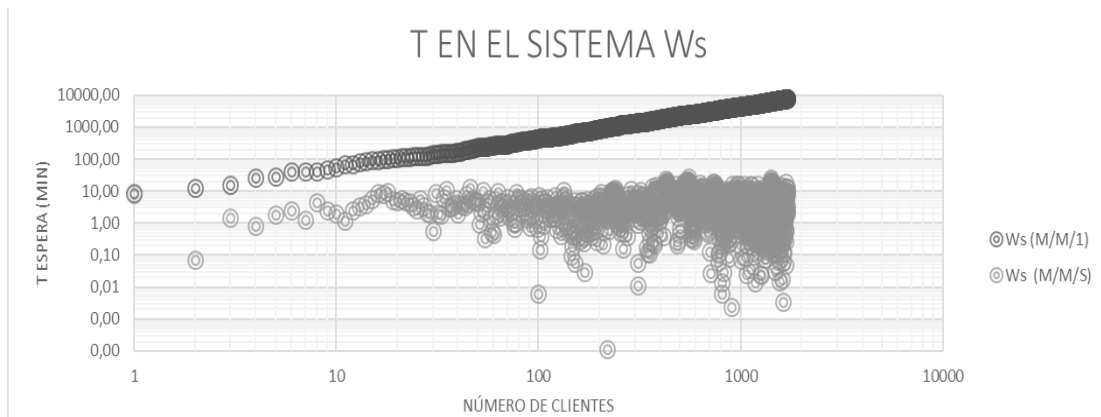


Fig. 4 Resultados del análisis de los tiempos de servicio de los dos modelos. Fuente; Elaboración propia



El promedio del tiempo en el sistema tiene un comportamiento similar al tiempo que pasan los clientes en la cola, llegando a valores cercanos a los 100 minutos, pero no tienen una tendencia a infinito como el modelo M/M/1, aunque esto tiene una baja probabilidad de ocurrencia ya que los dos servidores, tanto en el modelo matemático y el simulado están entre el 50% y 75 % de ocupación.

6. Conclusiones y recomendaciones

Los modelos matemáticos de dos y tres servidores muestran que son una buena opción para mejorar la atención. Con la simulación del sistema (M/M2) ya se logran mejoras muy significativas y el costo es relativamente bajo, pero en algunos sistemas el cliente es muy importante y se aplicará el modelo que más satisfaga sus expectativas.

Y no menos importante para este estudio esta determinar cuál sería el costo mensual de este nuevo servidor en el sistema; como ya se manifestó, este podría ser el punto de quiebre entre la posibilidad de implementar o no el modelo propuesto.

Si se parte de que el nuevo servidor será contratado por un sueldo mínimo mensual, se realizaría la siguiente aproximación basados en la fórmula (21).

Tabla 11. Datos del costo mensual de un operario.

Características	Porcentaje (%)	Costo
Cesantias	8	\$ 73,15
Intereses Cesantias	1	\$ 8,78
Prima Servicios	8	\$ 73,15
Vacaciones	2	\$ 17,03
Seguridad Social	21	\$ 184,53
Parafiscales	9	\$ 79,00
		\$ 435,64
SMMLV 2020 (\$)		\$ 877,80
Subsidio de Transporte (\$)		\$ 102,85
Costo mensual total		\$ 1.416,292

Se toma el valor del costo mensual de un servidor que devenga un salario mínimo en Colombia (tabla 11) y el resultado del modelo simulado, en el cual se determina que

con un servidor más el sistema trabajaría cerca al 50 % de su ocupación y se determina el costo en el cual deberá incurrir el Dispensario si quiere implementar los resultados.

Costo total del Servicio = $1 * \$ 1,416,292$

Costo total del Servicio = \$1,416,292

77

También, es importante determinar si el problema solo se presenta los sábados; si es este el caso, la solución más viable sería contratar una persona o servidor, para este trabajo puntual en el día o los días que lo requiera el dispensario. Lo cual sería más económico para la EPS y permitiría una mayor probabilidad de implementación a futuro.

Tabla 12. Datos comparativos de los dos modelos de simulación.

Parámetros	Modelo Matemático (M/M/1)	Parámetros Simulación (M/M/1)	Modelo Matemático (M/M/2)	Parámetros Simulación (M/M/2)	Intervalo de Confianza +	Intervalo de Confianza -
t entre Arribos (min)	0,33	.517	0,33	0,469	0,483	0,435
t de Servicio (min)	0,223	0,264	0,223	0,522	0,536	0,508
Servidores (S)	1	1	2	2		
P	1,479	1,957	0,739	0,45		
Longitud del Sistema (Ls)	-3,090	27,65	3,26	11,318	11,332	11,304
Longitud de la Cola (Lq)	-4,568	26,65	1,781	9,318	9,332	9,304
t en el Sistema (Ws) min	-9,362	1501,707	9,879	17,262	17,72	16,804
t en la Cola (Wq) min	-13,482	1.497,92	5,399	6,714	6,931	6,498

Los datos que se obtienen en las dos simulaciones (tabla 12) muestran una coherencia significativa con los resultados de los modelos matemáticos; hay que hacer claridad que los modelos simulados son el resultado de la simulación de las llegadas de 1700 clientes y casi 60 horas de corrida.

La ocupación de los servidores pasará de un 148 % del modelo inicial a una ocupación del 74 % del modelo simulado y matemático, siendo aproximadamente un 50 %, la diferencia entre ellos. Sin embargo, sigue mostrando que el sistema puede ser operado y generando tiempos de servicio aceptables al igual que algunos tiempos de ocio.

El mayor desfase entre los dos modelos se presenta en la cantidad de clientes en cola, en servicio y los tiempos de servicio, esto se puede atribuir a la metodología para su cálculo, ya que en el método matemático en Excel se utiliza el promedio de los datos que se recopilaron en el trabajo de campo, y en el modelo de simulación se trabajó con los datos que arrojan las distribuciones de los datos obtenidos en el programa Stat:fit de promodel.

78

La robustez de los modelos de simulación está dada por el tratamiento estadístico de los datos, la cantidad de horas y clientes que tomó el modelo y la aplicación de los intervalos de confianza; todo lo anterior para que estos modelos puedan ser aplicados en la vida real y se utilicen en la toma de decisiones en las empresas y lograr unas mejoras significativas en sus procesos con un mínimo de inversión en materiales y personal.

Finalmente, el estudio da las herramientas suficientes al Dispensario para tomar la decisión que más le convenga o poder determinar qué modelo pueda llegar a optimizar la atención con el mínimo de tiempo en la cola sin afectar el presupuesto de la EPS.

Referencias

- [1] Cañas Soto, S. A. (12 de septiembre de 2021). <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/15368/Ca%C3%B1asSotoSergioAndres2016.pdf?sequence=2>.
- [2] Render, B., Stair, R. M., & Hanna, M. E. (2010). Métodos Cuantitativos para los negocios. México: Pearson.
- [3] Krajewski, L. J., & Ritzman, L. P. (2010). Administración de Operaciones Estrategia y Análisis. México: Pearson.
- [4] Taha, H. A. (2014). Investigación de Operaciones. México: Pearson.
- [5] Chapman, S. N. (2006). Planificación y control de la producción. México: Pearson Educación.
- Ciro, M. B. (2008). Estadística y Muestreo. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- [6] Evans, J. R., & Lindsay, W. M. (2008). Administración y control de la calidad. México: Cengage Learning.
- [7] García Dunna, E., García Reyes, H., & Cárdenas Barrón, L. (2006). Simulación y Análisis de sistemas con Promodel. México: Pearson Educación.
- [8] Nahmias, S. (2007). Análisis de la producción y las operaciones. México: McGraw-Hill Interamericana.
- [9] Gutiérrez Pulido, H., & Román de la Vara Salazar, S. (2009). Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma. México: Mc Graw Hill.

Tendencias del consumidor turístico Post-Covid hacia el departamento de Boyacá

(español, inglés)

Daniela Alejandra Trujillo Zapata ^a,
Luis Miguel Zambrano Casimiro ^b
Helien Parra Riveros ^c

^a Facultad de ingeniería industrial, Semillero de Mejoramiento de Procesos SiMeP, Universidad Santo Tomás, danielatrujillo@usantotomas.edu.co

^b Facultad de ingeniería industrial, Semillero de Mejoramiento de Procesos SiMeP, Universidad Santo Tomás, luis.zambranoc@usantotomas.edu.co

^c Facultad de ingeniería industrial, Semillero de Mejoramiento de Procesos SiMeP, Universidad Santo Tomás, helienparra@usantotomas.edu.co

Resumen

Posterior al confinamiento obligatorio, las preferencias del consumidor turístico han cambiado de forma importante enfocándose hacia estancias cortas en desplazamientos de un día de recorrido. En el marco del proyecto de investigación “diseño de un programa de fortalecimiento empresarial para el sector de alojamiento y hospedaje del departamento de Boyacá basado en la teoría de organizaciones ágiles” se determinó el objetivo de documentar el perfil de consumidor nacional de productos de alojamiento y hospedaje para lo cual se realizó un estudio de mercado a 530 familias en los departamentos de Meta, Santander y Cundinamarca además del Distrito Capital y la ciudad de Tunja en el que se encontró una alta aceptación a realizar actividades turísticas en el departamento, especialmente en población joven en viajes de 2 a 4 días con marcado interés en actividades agroturísticas, naturales, gastronómicas y culturales con marcada preferencia en la bioseguridad a lo largo del año. Con este estudio, se realizan una serie de recomendaciones en especial orientados al fortalecimiento del turismo cultural conformado por integración de operadores turísticos en espacios geográficos determinados por alta presencia de establecimientos de alojamiento y hospedaje.

Palabras Claves— Post-covid, Turismo, Tendencias

Abstract

After the mandatory confinement, the preferences of the tourist consumer have changed significantly, focusing on short stays in trips of a day of travel. Within the framework of the research project “design of a business strengthening program for the accommodation and lodging sector of the department of Boyacá based on the theory of agile organizations”, the objective of documenting the national consumer profile of accommodation and lodging products was determined. lodging for which a market study was carried out on 530 families in the departments of Meta, Santander and Cundinamarca in addition to the Capital District and the city of Tunja in which a high acceptance was found to carry out tourist activities in the department, especially in population young people on trips of 2 to 4 days with a marked interest in agro-tourism, natural, gastronomic and cultural activities with a marked preference in biosecurity throughout the year. With this study, a series of recommendations are made, especially aimed at strengthening cultural tourism made up of the integration of tour operators in geographical areas determined by the high presence of accommodation and lodging establishments.

Keywords— Post-covid, Tourism, Trends

1. Introducción

La pandemia del coronavirus ha puesto en jaque al mundo entero, ha obligado a adoptar medidas extraordinarias cambiando las reglas que se conocían; afectando directamente los hábitos de consumo. La humanidad se ha tenido que enfrentar durante los años a muchas crisis desde financieras, sanitarias, etc. Pero pocas veces se ha visto una como la que se está viviendo. A finales del 2019 el mundo fue sorprendido con el descubrimiento de un nuevo virus en Wuhan que se fue extendiendo rápidamente por el continente asiático y por el mundo entero. Las industrias del entretenimiento como la del turismo se veían afectadas por no poder reunir personas en masa con el fin de no contagiarse. Ahora, en el 2021 el mundo empieza a eliminar esas restricciones de viajes turísticos con la intención de reactivar una de las actividades económicas más importantes a nivel internacional y nacional.

Posterior al confinamiento obligatorio, la pandemia causó un cambio en los pensamientos de los turistas y las empresas que prestan este servicio deben adaptar sus propuestas de valor a este nuevo consumidor que prefiere un turismo actualizado, natural y privado. Por lo tanto, las preferencias del consumidor turístico han cambiado de forma importante enfocándose hacia estancias cortas en desplazamientos de un día de recorrido. Además, de enfocarse en consumidores jóvenes y, por último, a un turismo más doméstico donde no exista gran cantidad de personas, sino que sean grupos reducidos en lugares rurales.

En este artículo, se realizó un estudio de mercado a 530 familias en los departamentos de Meta, Santander y Cundinamarca además del Distrito Capital y la ciudad de Tunja, esto con el fin de establecer una serie de recomendaciones en especial orientados al fortalecimiento del turismo cultural conformado por integración de operadores turísticos en espacios geográficos determinados por alta presencia de establecimientos de alojamiento y hospedaje. Se describe

primeramente el problema que conllevo esta investigación y los estudios anteriores que se han realizado de las tendencias de los consumidores turísticos después del COVID 19 alrededor del mundo. Posteriormente, se describen los aspectos teóricos de la técnica de análisis utilizada para realizar en primer lugar un análisis de viaje, el segundo un análisis de la información de viaje, el tercero un análisis de la importancia del acceso, el cuarto un análisis de los intereses, el quinto un análisis de la importancia de la bioseguridad y el último un análisis adicional todos enfocados en la perspectiva del nuevo consumidor turístico.

1.1 Problema de Investigación

Este artículo surge en el marco del proyecto de investigación “Diseño de un programa de fortalecimiento empresarial para el sector de alojamiento y hospedaje del departamento de Boyacá basado en la teoría de organizaciones ágiles” donde se determinó el objetivo de documentar el perfil de consumidor nacional de productos de alojamiento y hospedaje. El turismo es la fuerza económica de Boyacá ya que permite la integración de sus factores más importantes como lo son los sociales, culturales, económicos y ambientales beneficiando a la comunidad por su estrategia de sostenibilidad y fortalecimiento sectorial [1]. Implementar el plan de desarrollo en este sector ha sido difícil por la mala gestión de sus sectores turísticos [2] y además gracias al confinamiento sus propuestas de valor deben estar enfocadas al consumidor post-covid pero la mayoría de los empresarios no saben cuáles son las preferencias actuales de los turistas para viajar en el departamento. Por esta razón, se convierte en una necesidad hacer un análisis de ¿Cuáles son esas nuevas tendencias de consumo para reactivar el turismo cultural en el departamento y fortalecerlo mediante la integración de operadores turísticos en espacios geográficos? que se realizó mediante la elaboración de una encuesta, el diseño de un dashboard de resultados y los seis tipos de análisis correspondientes. Esto beneficiará a los empresarios turísticos, prestadores de servicios, consumidores turísticos y a la reactivación de la economía departamental.

1.2 Reducción de la demanda en el consumo turístico

A lo largo del mundo durante la pandemia del covid-19 y su tasa de mortalidad relativamente alta ponen en primer lugar la idea de enfermedad y muerte, surgiendo un problema de suma importancia en la población. La cobertura extensa

de la pandemia genera una alta exposición a recordatorios de vulnerabilidad a las amenazas de mortalidad. Por ello, diversos estudios analizaron las relaciones entre la prominencia de la mortalidad y sus consecuencias, una teoría llamada el manejo del terror [3]. En el sector turístico, se demostró que las personas mitigan la amenaza de mortalidad. Sin embargo, muchas de ellas aplicaron la teoría del manejo del terror con un enfoque a las estrategias de mitigación al contexto emocional o consecuencias conductuales desencadenadas por pensamientos conscientes de mortalidad.

En el 2020, se registró una importante disminución del 70% de llegadas turísticas, es decir, alrededor de 700 millones llegadas turísticas en comparación al 2019 en todo el mundo. Se estima que más del 65% de la crisis del covid-19, estuvo fuertemente vinculado a un cambio en la composición de ventas [9]. Sin duda, la pandemia ha sido una de las peores crisis que ha tenido la humanidad. Por ejemplo, un estudio realizado en Huzhou-China con respecto a la exploración entre la pandemia covid-19 y lo cambios en comportamiento de viajes durante y después de covid-19 [4], entre enero y marzo del 2020, evidencio que el comportamiento de viaje de la población cambió debido a las preocupaciones y otros factores psicológicos, mostró que no parece haber ser fuertes la conexiones entre la actitud y comportamiento de la población en la ciudad. En general, el efecto más significativo de la pandemia fue la dramática reducción de la demanda de tráfico en las grandes, medianas y pequeñas ciudades alrededor del mundo. Sin embargo, las restricciones impuestas por los gobiernos de diferentes países han venido siendo suavizadas y aumentando el tráfico de demanda de visitantes extranjeros y nacionales. Por otro lado, en el sector turístico se ha venido implementando medidas para impulsar la economía cumpliendo los protocolos de bioseguridad y sanidad para los visitantes extranjeros y nacionales. Según un estudio de Boca cuadrada [3]. Las preferencias de los viajeros presentaron ciertos patrones distintivos durante la pandemia dando importancia a los viajes basados en naturaleza, destino en automóvil y viajes regionales del mundo. Por ejemplo, en Estados Unidos y China, se demostró que las personas evitan viajes de varias paradas y prefieren alojarse en un lugar específico con diversas actividades de integración próximas al lugar de alojamiento. Es decir, la integración de operadores turísticos en espacios geográficos determinados por alta presencia de establecimientos de alojamiento y hospedaje, está siendo una estrategia de turismo sofisticada para recuperación económica de las ciudades con fuerza en el turismo.

1.3 La tecnológica como recurso estratégico en la recuperación económica del turismo

El turismo de estos últimos meses como parte de la estrategia de recuperar económicamente viene apoyándose de la transformación tecnológica. El desarrollo de la tecnología de la información y la comunicación ha generado en las personas un recurso de suma importancia para la implementación de la gestión de la información en la nube. Por consiguiente, dicho impacto benefició a los consumidores al realizar compras vía online durante todo el confinamiento biológico [8]. Además, el compromiso de la sociedad global con respecto al uso de las redes sociales como principal medio de intercambio social que desarrolló las compras con respecto a la crisis que estamos viviendo [10]. En un estudio realizado en España, evaluaron el efecto moderador del covid-19 sobre la intención del uso de smartphones en el viaje de compras turísticas [5], analizando la compra turística como actividad de entrenamiento complementario al propósito del viaje. Es decir, muchos turistas buscan, seleccionan y compran productos durante su estancia. Ha sido demostrado que ir de compras es una de las actividades que más valor para la experiencia turística, generando mucha satisfacción y placer para los turistas. Además, el uso de los smartphones en los visitantes turísticos tiene la oportunidad de integrar diversos negocios de turismo en cualquier momento, ayudando a satisfacer las necesidades del visitante y viviendo una experiencia turística diversificada. Muchos estudios han incorporado las emociones de satisfacción en la tecnología. Una excepción en el estudio de los problemas del manejo de la información en las aplicaciones móviles [6], evaluó y concluyó que “los estados emocionales como variables antecedentes, incorporando factores de excitación y placer en su examen de la aceptación de mapas de realidad aumentada. Sin embargo, las emociones de excitación de placer no la han hecho hasta ahora”- Panos E. Kourouthanassis. El trabajo de investigación concluyó que la pandemia ha aumentado la funcionalidad de los smartphones, es por ello que se demostró un aumento del 20.55% del uso de los smartphones durante la visita de los turistas. Por ejemplo, en Corea, muchas personas con smartphones vinculados al uso de múltiples aplicaciones son más leales a los viajes globales, ya que, cuentan con mucha información y variedades de ofertas turísticas [6], recomendando la implementación de estrategias de diferenciación. Un estudio realizado en año 2010 acerca de las compras de los consumidores motivación y comportamiento analizaron un patrón complejo durante la compra donde se vio implicado por factores externos dominantes como la influencia de aspectos culturales, sociológicos y económicos del entorno del consumidor [7].

86

2. Metodología

La metodología que se implementó fue exploratoria mediante el método de investigación cuantitativo por medio de una encuesta de una sola edición y un análisis cuantitativo por medio de un dashboard con el servicio de análisis de datos de Microsoft denominado Power Bi. Por lo siguiente, el desarrollo de este proyecto se dio en 3 fases: **1. Fase de diseño** (Formato de la encuesta), **2. Fase recolectora** (reunión de respuestas), **3. Fase de gestión de información** (Elaboración del dashboard) y **4. Fase de análisis y conclusión** (Estudio de resultados y elaboración de conclusiones).

3. Resultados y análisis

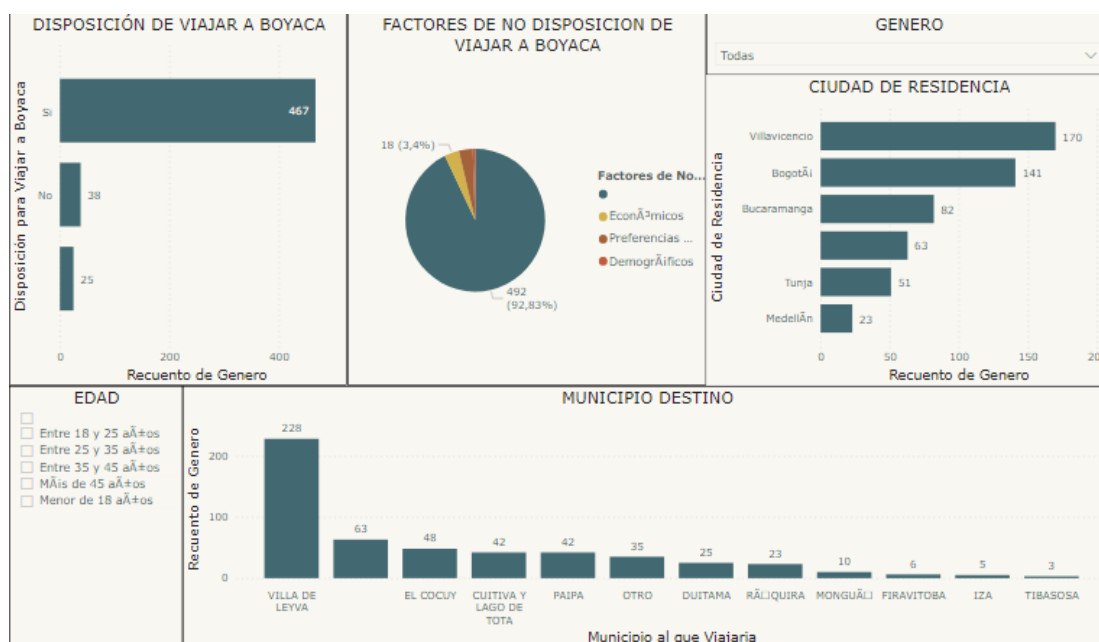


Figura 1: Dashboard Perfil Consumidor Turístico
Fuente: Elaboración propia (2021)

Según los resultados obtenidos, se analiza que el 88.11% de los consumidores turísticos post-covid encuestados que hacen parte de los municipios de Villavicencio, Bucaramanga, Tunja, Medellín y de la ciudad de Bogotá tienen disponibilidad para viajar al departamento de Boyacá. Cabe resaltar que la gran mayoría de ellos tienen como destino viajar al municipio de Villa de Leyva (228 encuestados). Por otro lado, el 11.89% de los encuestados no tienen disponibilidad de viajar a este departamento por razones económicas, demográficas y personales. Finalmente, las personas entre 18 y 25

años (282 encuestados) son las que más prefieren viajar al departamento mientras que las personas menores de 18 años (33 encuestados) tienen menor posibilidad de viajar.

De acuerdo con esto, se evidencia que las personas jóvenes si quieren viajar a Boyacá y que las personas menores y mayores no quieren viajar ya sea porque son dependientes o son personas bajo riesgo alto de contagio.

87

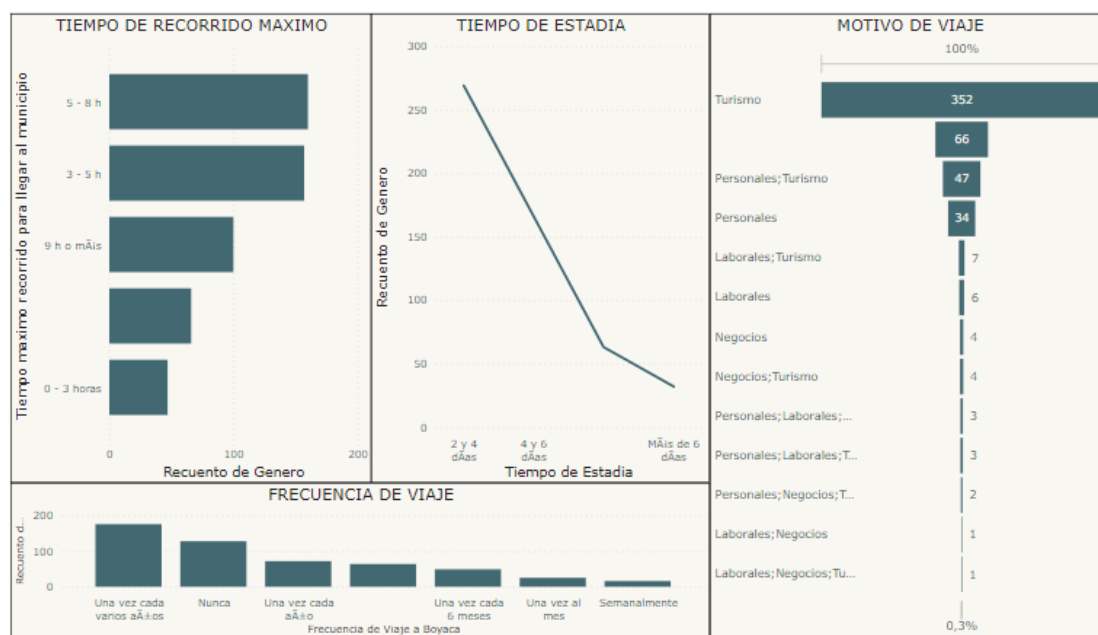


Figura 2: Dashboard Información de Viaje

Fuente: Elaboración propia (2021)

Según el análisis de estos resultados, se evidencia que el 59.8% de los encuestados están dispuestos a viajar como máximo hasta 8 horas. Además, las personas (269 encuestados) tienen como preferencia un tiempo de alojamiento entre 2 a 4 días. Por otra parte, los consumidores post-covid (352 encuestados) viajan para realizar actividades de turismo dentro del departamento de Boyacá y su frecuencia de viaje es de una vez cada varios años (142 encuestados).

De lo expresado anteriormente, se puede afirmar que los consumidores turísticos post-covid viajan al departamento de Boyacá porque en este hay una gran oferta de actividades turísticas que se pueden realizar en poco tiempo de estancia.

88

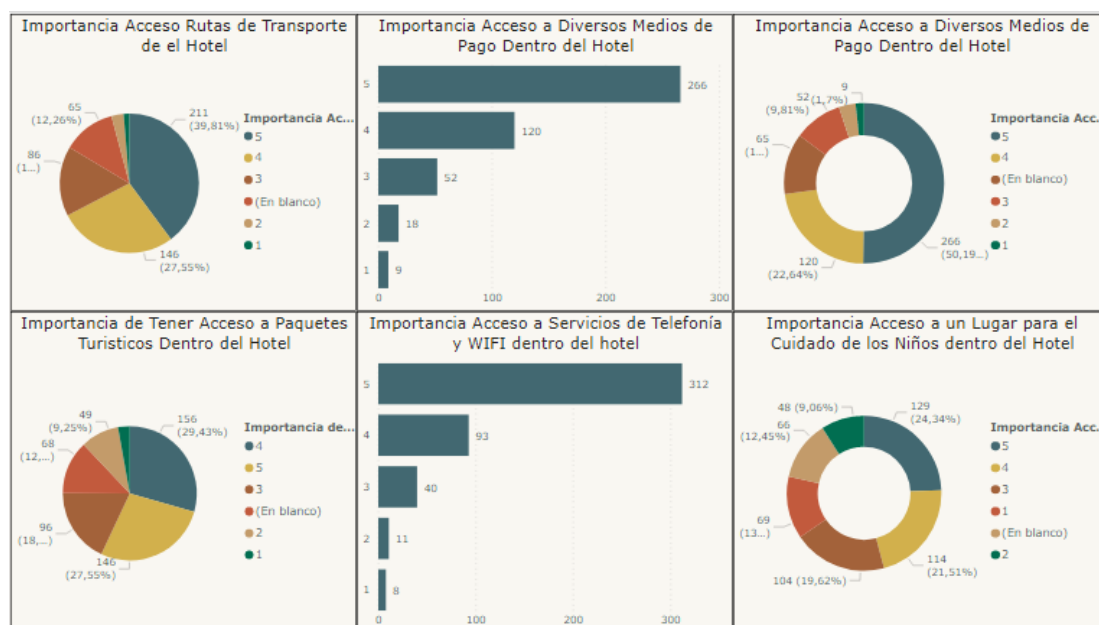


Figura 3: Dashboard Importancia de Acceso a Servicios

Fuente: Elaboración propia (2021)

De acuerdo con los resultados, para los consumidores post-covid lo más importante para viajar al departamento de Boyacá es contar con Servicios de telefonía y WIFI dentro de las instalaciones del hotel (312 encuestados). Seguido de los Medios de pago (266 encuestados), Acceso a Rutas del transporte que preste el hotel (211 encuestados), Opción de elegir Paquetes turísticos dentro del hotel (146 encuestados) y por último, el acceso a un lugar especial para el cuidado de los niños dentro del hotel (129 encuestados).

De acuerdo a lo observado, se evidencia que los consumidores post-covid tienen una alta preferencia por tener a disposición servicios necesarios y facilidad para poder acceder a las instalaciones del hotel durante el tiempo de alojamiento en Boyacá.

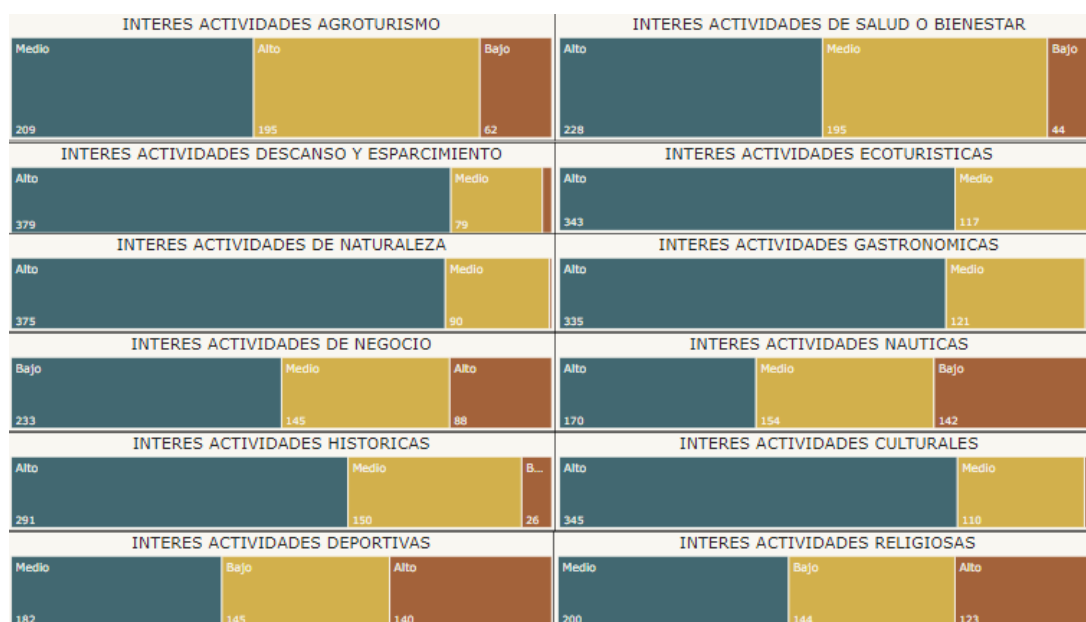


Figura 4: Dashboard Intereses del Consumidor Turístico
Fuente: Elaboración propia (2021)

Según los resultados obtenidos, los consumidores post-covid viajan principalmente al departamento de boyacá para realizar actividades de descanso y esparcimiento (379 encuestados), actividades de naturaleza (375 encuestados), actividades culturales (345 encuestados), actividades ecoturísticas (343 encuestados), actividades gastronómicas (335 encuestados), actividades históricas (291 encuestados), actividades de salud o bienestar (228 encuestados), actividades de agroturismo (195 encuestados), actividades náuticas (170 encuestados), actividades deportivas (140 encuestados), actividades religiosas (123 encuestados) y actividades de negocio (88 encuestados).

Dentro de este marco se podría resumir que el departamento de Boyacá es considerado como un lugar para descansar, conectarse con la naturaleza, aprender de la historia y conocer la cultura gastronómica.

90

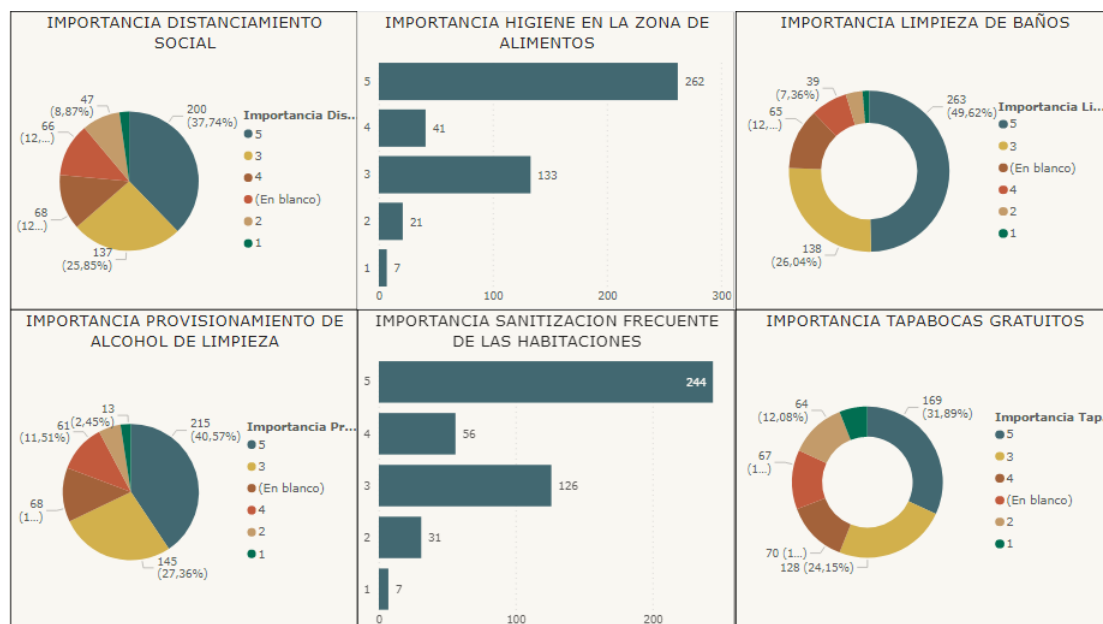


Figura 5: Dashboard Grado de Importancia de la Bioseguridad
Fuente: Elaboración propia (2021)

De acuerdo al análisis de los resultados obtenidos, para la mayoría de personas es importante la bioseguridad en sus lugares de alojamiento en los aspectos de Limpieza de baños (263 encuestados), Higiene en la zona de alimentos (262 encuestados), Sanitización de las habitaciones (244 encuestados), Aprovisionamiento de alcohol de limpieza (215 encuestados), Distanciamiento social (200 encuestados) y Tapabocas gratuitos (169 encuestados).

De esto se deduce que para los consumidores turísticos post-covid es de gran importancia la bioseguridad y por esta razón, los establecimientos que prestan servicios de turismo deben contar con protocolos de bioseguridad que cumplan con las expectativas de ellos.

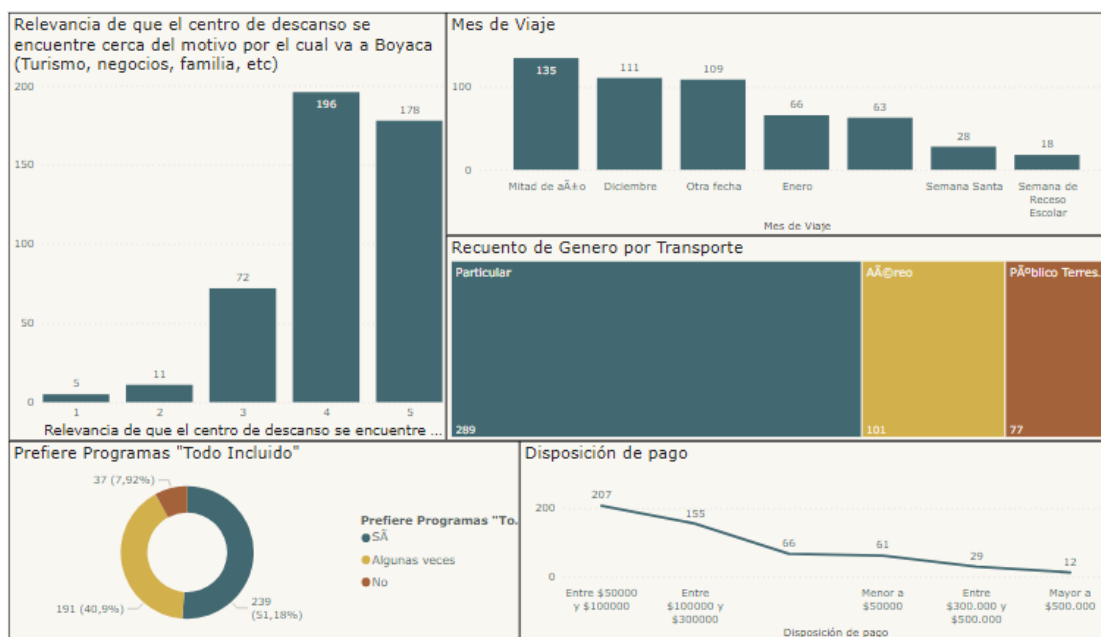


Figura 6: Dashboard Información Adicional

Fuente: Elaboración propia (2021)

Según los resultados observados, los consumidores post-covid desean viajar a mitad de año (135 encuestados), se transportan en carro particular (289 encuestados), sus objetivos de descanso no deben estar tan cerca de donde se aloja (196 encuestados), prefieren programas todo incluido (239 encuestados) y llegaron a pagar entre \$50.000 y \$100.000.

De acuerdo a esto, el turismo de Boyacá no debe ser tan costoso para que los consumidores puedan acceder a estos servicios y a mitad de año es cuando se debe generar mayor publicidad de los lugares.

4. Conclusiones y recomendaciones

En conclusión, durante el desarrollo de la pandemia causada por el covid-19; el sector turismo fue afectado por la reducción de la demanda turística nacional y extranjera. A pesar de las dificultades que esto conllevó, logró apoyarse de oportunidades tecnológicas que impulsaron y cambiaron sus estrategias de valor y procesos para acercarse al consumidor. Sin embargo, los pequeños y medianos establecimientos hoteleros no tienen claridad sobre las nuevas necesidades que busca el consumidor post-covid. Por lo tanto, acorde con el análisis realizado en este estudio aplicado al departamento de Boyacá,

evidenciamos una alta tendencia de preferencia de viajes al departamento aumentando la demanda turística que había sido afectada por la pandemia. Por consiguiente, se le recomienda a los establecimientos de alojamiento y hospedaje que hacen parte del turismo cultural lo siguiente para enfrentarse al nuevo consumidor post-covid:

Enfocarse en crear ofertas turísticas digitalizadas que estén orientadas a personas jóvenes entre 18 y 25 años por medio del uso de las redes sociales y/o plataformas de ofertas de alojamiento logrando así que esta población acceda a los servicios del sector hotelero de Boyacá.

Diseñar propuestas de actividades turísticas personalizadas y planes de desarrollo de las actividades integradas a los servicios de operadores para realizar en poco tiempo de estancia debido a que las tendencias es viajar entre 2 a 4 días cada varios años.

Establecer diferentes medios de pago basados en el e-commerce para brindarle al cliente diferentes alternativas de acceso a los servicios turísticos que desea adquirir en el tiempo de estancia.

Prestar servicios que le brinden al cliente las emociones de descanso, tranquilidad, armonía, serenidad y aprendizaje en relación con lo natural, cultural y gastronómico del departamento de Boyacá.

Implementar protocolos de bioseguridad, análisis de riesgos y aplicaciones que ayuden al desarrollo bioseguro de actividades claves y complementarias dentro de todos los procesos del hotel.

Servicios con costo asequible que generen alto impacto en la experiencia del turista.

Referencias

- [1] Gobernación de Boyacá, “Plan Departamental de Desarrollo de Boyacá-CREEMOS EN BOYACÁ, TIERRA DE PAZ Y LIBERTAD-2016-2019,” p. 1002, 2016, [Online]. Available: <https://www.boyaca.gov.co/images/planes/plan-de-desarrollo/pdd-creemos-en-boyaca.pdf>.
- [2] D. C. Rodríguez Moreno y P. N. Granados Ávila, “Diagnóstico de competitividad del turismo en Boyacá (Colombia),” *Rev. Fac. Ciencias Económicas*, vol. 25, no. 2, Sep. 2017, doi: 10.18359/RFCE.3073.
- [3] L. Miao, J. Im, X. Fu, H. Kim, and Y. E. Zhang, “Proximal and distal post-COVID travel behavior,” *Ann. Tour. Res.*, vol. 88, p. 103159, May 2021, doi: 10.1016/J.ANNALS.2021.103159.
- [4] “Exploring the relationship between the COVID-19 pandemic and changes in travel behaviour: A qualitative study - ScienceDirect.” <https://www.sciencedirect.com/crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/science/article/pii/S2590198221001561> (accessed Sep. 05, 2021).
- [5] H. Kim, X. Yi, X. Luo, and L. C. Wan, “A silver lining of tourism stagnation,” *Ann. Tour. Res. Empir. Insights*, vol. 2, no. 2, p. 100024, Nov. 2021, doi: 10.1016/J.ANNALE.2021.100024.
- [6] A. García-Milon, C. Olarte-Pascual, and E. Juaneda-Ayensa, “Assessing the moderating effect of COVID-19 on intention to use smartphones on the tourist shopping journey,” *Tour. Manag.*, vol. 87, p. 104361, Dec. 2021, doi: 10.1016/J.TOURMAN.2021.104361.
- [7] U. J. Vázquez-Martínez, J. Morales-Mediano, and A. L. Leal-Rodriguez, “The Impact of the COVID-19 Crisis on Consumer Purchasing Motivation and Behavior,” *Eur. Res. Manag. Bus. Econ.*, p. 100166, Jul. 2021, doi: 10.1016/J.IEDEEN.2021.100166.



- [8] Y. Jiang and N. Stylos, "Triggers of consumers' enhanced digital engagement and the role of digital technologies in transforming the retail ecosystem during COVID-19 pandemic," *Technol. Forecast. Soc. Change*, vol. 172, p. 121029, Nov. 2021, doi: 10.1016/J.TECHFORE.2021.121029.
- [9] C. Luo, "Analyzing the impact of social networks and social behavior on electronic business during COVID-19 pandemic," *Inf. Process. Manag.*, vol. 58, no. 5, p. 102667, Sep. 2021, doi: 10.1016/J.IPM.2021.102667.
- [10] M. Naeem, "Do social media platforms develop consumer panic buying during the fear of Covid-19 pandemic," *J. Retail. Consum. Serv.*, vol. 58, p. 102226, Jan. 2021, doi: 10.1016/J.JRETCONSER.2020.102226

VENSI II 2021

**ENCUENTRO NACIONAL DE
SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PRESENTACIONES
ORALES**

**PROPUESTAS DE
INVESTIGACIÓN**



INVESTIGUEMOS

Propuesta para la elaboración de vidrios fotovoltaicos a partir de la extracción de ceniza volante

Proposal for the elaboration of photovoltaic glasses from the extraction of flying ash

Camila Rosalí Oderiz ^a
Paula Andrea Angarita Rodríguez ^b
Diana M. Ayala Valderrama ^c

^aIngeniería Industrial, Grupo de Investigación GISPA Semillero Eco-Materiales Industriales EMI, Universidad Santo Tomás Tunja, camila.oderiz@usantoto.edu.co

^bIngeniería Industrial, Grupo de Investigación GISPA Semillero Eco-Materiales Industriales EMI, Universidad Santo Tomás Tunja, paula.angaritar@usantoto.edu.co

^cIngeniería Industrial, Grupo de Investigación GISPA Semillero Eco-Materiales Industriales EMI, Universidad Santo Tomás Tunja, diana.ayala@usantoto.edu.co

Resumen

A partir del surgimiento de la tecnología se han desarrollado distintas aplicaciones las cuales facilitan el estilo de vida y el desarrollo del diario vivir alimentándose mediante uso de energía, donde la mayor parte de esta ópera por corriente eléctrica que utiliza recursos no renovables y contaminantes. Debido a esto surge la necesidad de generar nuevos recursos para la producción de energía los cuales sean ilimitados y amigables con el planeta es por esto que se generan productos como los vidrios fotovoltaicos. Este proyecto pretende desarrollar una propuesta para desarrollar un producto resultante de un desecho de una planta termoeléctrica la cual también opera a partir de un recurso no renovable como el carbón, esto con el fin de reducir la cantidad de desechos dañinos dándole una nueva función que sea amigable con el medio ambiente y útil para el diario vivir.

Palabras Claves— vidrios fotovoltaicos, cenizas volantes, energía termoeléctrica, plantas termoeléctricas, tecnología eco-sostenible

Abstract

From the emergence of technology, different applications have been developed which facilitate the lifestyle and the development of daily living by feeding using energy, where most of this operates by electric current that uses non-renewable and polluting resources. From this, the need arises to generate new resources to produce energy which are unlimited and friendly to the planet, which is why products such as photovoltaic glasses are generated. This project aims to develop a proposal to develop a product resulting from a waste from a thermoelectric plant which also operates from a non-renewable resource such as coal, this in order to reduce the amount of harmful waste giving it a new function that is friendly to the environment and useful for daily living.

Keywords— photovoltaic glass, fly ash, thermoelectric energy, thermoelectric plants, eco-sustainable technology

1. Introducción

En estos tiempos la calidad del aire ha mejorado como resultado directo del confinamiento mundial provocado por el Covid-19 que desató una pandemia deteniéndose todo tipo de tráfico aéreo, vehicular, marítimo, humano y la reducción de la actividad industrial, pero las emisiones de dióxido de carbono no han parado registrando en abril de 2020 la concentración de 416,21 partes por millón (ppm), 2,88 ppm más que abril del 2019. Estos niveles de concentración se deben a que durante el confinamiento el suministro eléctrico no se ha detenido siendo un 64% proveniente de combustibles fósiles (carbón 38%, gas 23%, petróleo 3%) sumándole los incendios forestales (grandes emisores de dióxido de carbono) afectando áreas como Brasil, Honduras, Myanmar, Tailandia y Venezuela. [1]. Sin embargo, es importante resaltar que las energías alternativas se diferencian en dos grupos, renovables y no renovables. Las energías renovables son aquellas que poseen un corto periodo de tiempo hasta que la naturaleza las regeneren por lo que se habla de fuentes inagotables. Las no renovables son por lo general las fuentes fósiles o recursos limitados por lo que son agotables, se consumen en un tiempo más corto de lo que tarda la naturaleza en volverlos a generar [2]

Los vidrios fotovoltaicos son, paneles solares, pero con la particularidad de que estos no solo brindan una opción arquitectónica, sino que generan energía a través de la radiación solar que incide sobre ellos. Los rayos del sol llegan a la superficie convirtiéndolos en energía gracias los materiales por lo cual están fabricados. Existen numerosas técnicas y materiales usados en estos dispositivos. La generación de energía se realiza por medio de revestimientos líquidos y nanotecnología siendo que los primeros desarrollados generaban corriente por medio de ondas infrarrojas ultravioletas [3] [4] [5] [6].

Los materiales usados por la compañía Onix Solar, para la fabricación de células fotovoltaicas son el silicio amorfo o cristalino en su mayoría y son los que generalmente observamos en los paneles solares [7]. Actualmente se está estudiando el remplazo del silicio por la Perovskita [8], otras investigaciones se enfocaron en cuatro tipos de materiales, el primero es el Telemuro de Cadmio por sus propiedades fotovoltaicas y su bajo costo dando así un 8% más de eficiencia en comparación con los del silicio cristalino adaptándose hasta en climas cálidos y húmedos, pero este material se considera como

peligroso siendo perjudicial para los humanos. El segundo son las células CIGS (Cobre, Indio, Galio y Selenio) obteniendo eficiencias de hasta 34,05% con un uso limitado ya que no se encuentra en grandes cantidades. La tercera son células orgánicas y orgánicas de Heterounion (de bajo impacto ambiental durante su fabricación), pero las primeras presentan eficiencias de un 23% mientras que las segundas entre 11,7% y 17% considerando a ambas de baja eficiencia. [9].

Las ventajas son varias, permite la entrada de luz a las instalaciones, no necesita espacio extra ya que los paneles solares necesitan ser colocados en lugares especialmente para ellos de manera tal que reciba la mayor parte de la radiación solar del día, existe una gran disponibilidad de tamaños y formas, son de fácil colocación e instalación y contienen filtros que regulan la temperatura del interior del edificio. Pero la más importante y es por lo cual están enfocadas es el ahorro energético permitiendo la sustentación del lugar en donde se coloquen ya sea en hogares, edificios de gran tamaño, plantas industriales, instituciones gubernamentales, etc. través de sus ventanas dándole un atractivo arquitectónico, ya que los paneles solares necesitan un espacio específico para su colocación siendo más complejo su montaje que la de los vidrios. Otra de las ventajas es la disponibilidad de tamaños y colores, pero mientras más claro el color es más bajo la eficiencia del vidrio. La compañía Onyx Solar maneja datos de vatio pico (Wp) referida a radiación de mil vatios por cada metro cuadrado, entonces para vidrios opacos (sin visión) con una eficiencia de 58 Wp/m² al más claro, con visión del 30% con una eficiencia de 28 Wp/m². [3][7]

Gran parte de Latinoamérica cuenta con los recursos naturales necesarios para invertir en estas energías limpias que pueden solucionar problemas en zonas no interconectadas, pero aún queda mucho camino por recorrer, por lo general Latino América no cuenta con la suficiente educación en energía solar, esto hace que no exista gran interés en las personas en conocer y comenzar a implementarlas, aun así se están dando los primeros pasos, México ha optado por sus condiciones geográficas la energía eólica, Argentina apuesta también a la eólica siendo la Patagonia la región más elegida. Brasil es el país más rico en estas cuestiones teniendo hidrocarburos, energía nuclear y recursos renovables buscando aprovechar la energía solar para generar electricidad. Dada la abundancia del agua la energía mayoritaria aprovechada es la hidroeléctrica. Colombia mientras tanto posee una alta demanda energética anual y las condiciones naturales de la región da lugar a la implementación de fuentes de energías renovables siendo la hidroeléctrica casi un 70% de toda su energía producida. [10]

En Colombia la situación energética es distinta. Según la Cámara de comercio de Cali, el porcentaje de energías renovables es baja, siendo la energía solar o fotovoltaica un 3,9% en 2014, la eólica 13,6%, biomasa 7,9%, etc. [11]. Ya existen legislaciones para el sector eléctrico y está en desarrollo nuevas normativas para impulsar la actividad de producción de energías limpias. Siendo así, en Colombia se incorporó a la ley 629

del 2000, Protocolo Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Luego de que Colombia se adhiriera a la ley 629, se estableció que el impuesto a renta no sea aplicado cuando la generación de energía eléctrica proviene de residuos agrícolas, biomasa y fuentes eólicas por lo que la presente ley exige certificación de dióxido de carbono y la inversión de los beneficios a los sectores sociales en un 50%. Durante, en 2013, Colombia aprobó el estatuto de la Agencia de Energías Renovables promoviendo estas actividades, aprobándose en mayo del 2015 otra ley (1715) que establece políticas públicas para la integración de las mismas. Así mismo, el anterior año aún está en proceso por lo que está dirigida a establecer la utilización de estas energías en zonas no interconectadas, la utilización de la biomasa agrícola y cultivos forestales energéticos. [11] [12]

La gran demanda energética y el aumento en la contaminación sirven de motivación en Colombia para invertir en planes de producción de energías limpias, siendo la hidráulica la más utilizada de todas ellas.

Un factor importante en la implementación de energías renovables en Colombia es la alta disponibilidad solar en casi todo el territorio. La Unidad de Planeación Minero Energético (UPME) publicó en 2017 el mapa de radiación solar en Colombia, siendo la costa y los límites con Venezuela los puntos con más radiación solar llegando hasta 6 Kwh/m² y en casi todo el territorio de Boyacá hasta 5 Kwh/m². Por lo que la implementación de energías limpias a partir de la solar es aceptable.[13].

Por otro lado, la ceniza volante no es más que un residuo procedente de las centrales térmicas producto de la quema de carbón, estas centrales operan con el fin de producir energía eléctrica por lo que producen anualmente grandes cantidades de ceniza volante, pero por disposición, en algunos países está prohibido su vertido ya que poseen en su composición metales pesados. La ceniza volante se puede clasificar en Clase F que corresponde a óxidos ácidos más del 70% provenientes de la combustión de antracitas y carbones bituminosos y las de Clase C de óxidos ácidos mayores al 50% provenientes de la combustión de lignitos y carbones sub bituminosos. [14]. La ceniza volante elegida para realizar nuestro estudio se ubica en la central termoeléctrica de la ciudad de Paipa en la región de Boyacá, Colombia. La elección de este residuo se debe a la cercanía de la planta industrial respecto a los laboratorios en donde se realizará la investigación, ciudad de Tunja. Esta empresa usa como combustible el carbón bituminoso que genera vapor. El carbón bituminoso es aquel cuyo poder calorífico consta entre 24,5 y 32,6 Mj/Kg y el sub bituminoso se encuentra entre 22,1 y 24,5 Mj/Kg, es decir que el primero se encuentra dentro de los carbones de medio rango de acuerdo al poder calorífico que presente (mayor 26,8 Mj/Kg) pero si baja de ese valor es considerado de menor rango como el segundo carbón. Por lo general las centrales termoeléctricas buscan combustibles de alto poder calorífico. [15] [16].

2. Metodología.

El abordaje metodológico que se dará para la fabricación de vidrio fotovoltaico será en primera parte investigación cualitativa por medio de revisión de artículos científicos, observando y analizando todo lo que se ha realizado en cuanto a vidrio fotovoltaico a partir de ceniza volante. Dentro de esta parte teórica se pudo encontrar como con anterioridad distintos autores han desarrollado vitrocerámicos esto se debe a que la ceniza volante posee una cantidad considerable de sílice y óxido de hierro.

Para la presente investigación se plantearon los siguientes objetivos:

Objetivo General:

Construir un método para la elaboración de Vidrio Fotovoltaico a partir de ceniza volante

Objetivos específicos:

- Realizar una revisión de los distintos estudios donde involucre el uso de cenizas volantes de termoeléctricas para la fabricación de vidrio fotovoltaico.
- Comprender las distintas técnicas para la elaboración de vidrio fotovoltaico a partir de ceniza volante.
- Definir un modelo para la posible elaboración de vidrio fotovoltaico a partir de ceniza volante.

Justificación:

La obtención de energía eléctrica por medio de combustibles fósiles (carbón, petróleo, gas) genera problemas ambientales siendo las emisiones de dióxido de carbono una de sus desventajas, es por ello que hace algunas décadas se ha optado por reemplazar estos métodos por otros tipos de energías que resultan beneficiosas para el medio ambiente. Se han llevado a cabo investigaciones obteniendo excelentes resultados. Actualmente muchos países, generalmente en Europa, poseen un elevado porcentaje de generación de estas energías teniendo como objetivo a largo plazo el reemplazo total de las fuentes fósiles por energías renovables [10].

Para la energía solar el dispositivo usado por excelencia son los paneles solares realizados de silicio, aunque ya hace tiempo se ha investigado sobre la posibilidad reemplazar al silicio por otros materiales sensibles a la luz capaces de producir energía eléctrica tales como células CIGS (cobre, indio, galio y selenio), telemuro de cadmio, orgánicas,

orgánicas de heterounion y perovskita [8], [17]. Esto quiere decir que estas tecnologías son flexibles en cuanto a materiales a usarse, métodos de fabricación y nuevos diseños, por ello, hace unos años se dio un salto tecnológico y se comenzó a desarrollar ventanas de uso fabricados de silicio con alto potencial para reemplazar al vidrio en todo tipo de edificaciones.

Esta investigación está orientada a la revisión sobre la posibilidad de realizar vidrios fotovoltaicos utilizando la ceniza volante como materia prima para fabrica este cristal por lo que la reutilización de materiales sería un eje fundamental en este estudio encontrando nuevas formas de extracción del silicio.

La ceniza volante es un residuo industrial con propiedades para ser utilizado como materia prima para fabricar estos cristales fotovoltaicos ya que desde hace décadas se las ha estudiado en laboratorios obteniendo excelentes resultados y presentando estructuras vítreas y vitrocerámicos [18]

Criterios para evaluar la importancia

De acuerdo a la revisión e investigación de los artículos científicos consultados encontramos a este proyecto de investigación conveniente porque se ampliarán los campos de utilización de la ceniza volante ya que por lo general se las utilizan para fabricar hormigón teniendo en cuenta como criterio metodológico. En lo social y las implicaciones estará orientado exclusivamente resolver problemas energéticos por lo que en el mundo aún se utilizan combustibles fósiles para generar energía eléctrica por lo que la utilización de estas cenizas para la obtención del producto final remarcado en el objetivo aliviara el impacto ambiental por dos factores: la economía circular y el ahorro energético.

Aun no se ha encontrado artículos científicos que comprueben que se ha fabricado vidrio fotovoltaico directamente con ceniza volante, pero si se ha encontrado que se pueden fabricar estructuras vítreas por lo que esta investigación llenará un espacio vacío de conocimiento.

2.1.4 Viabilidad de la investigación

Esta investigación es viable ya se encontraron diversos artículos científicos que prueban que la ceniza volante posee un alto contenido de silicio entre su composición química [14] y la posibilidad de extraer el silicio de este residuo [19]. Este residuo, proveniente de la central termoeléctrica de la ciudad de Paipa, se encuentra ya disponible para su experimentación, así como los laboratorios de las universidades de la ciudad de Tunja. Sin embargo, la restricción a esta investigación es la disponibilidad de fecha para hacer uso de las instalaciones por la emergencia sanitaria provocada por el COVID-19

Consecuencias de la investigación

Se espera que con la fabricación de estos materiales aportar significativamente a las siguientes investigaciones acerca del aumento de la eficiencia de los mismos. Además, ampliar los campos de utilización de la ceniza volante no limitándose a la producción de hormigón contribuyendo a la divulgación de las economías circulares.

103

3. Análisis de resultados

Para la presente propuesta, no se cuenta con resultados, sin embargo, el marco Teórico que será abordado durante el desarrollo de la presente investigación es el siguiente:

Radiación Solar: “La radiación solar es la energía electromagnética que mana en los procesos de fusión del hidrógeno (en átomos de helio) contenido en el Sol” [20] .Se estima que la cantidad de radiación solar que llega a la Tierra gracias a la atmósfera es solo un tercio de toda la energía que la Tierra atrae consigo de los cuales la mayoría la intercepta los mares, alrededor de un 70%, el resto de la energía cae en tierra firme, pero es suficiente para abastecer varias veces el consumo energético mundial. La radiación solar se diferencia en dos grupos, la directa y la dispersa. La radiación solar directa no es más que la que incide sobre la Tierra en un único ángulo de incidencia, mientras que la dispersa lo hace en varios ángulos. [21]

Silicio: El silicio es el segundo elemento más abundante en la corteza terrestre después del oxígeno presentándose de forma amorfa y cristalizada, se encuentra ubicado en la tabla periódica en el grupo de metaloides bajo la simbología “Si” dentro del grupo 14 con número atómico 14 que significa que posee catorce electrones con 4 de valencia dispuestos a unirse con otros átomos de valencia. Al ser un material semiconductor, es decir que se ubica entre materiales metálicos y no metálicos, presenta excelentes propiedades fotovoltaicas capaces de propiciar el efecto fotovoltaico con el fin de recibir los fotones de la luz solar para mover electrones y generar energía eléctrica. [22]

Ceniza volante: La ceniza volante no es más que un residuo procedente de las centrales térmicas producto de la quema de carbón. Estas centrales operan con el fin de producir energía eléctrica por lo que producen anualmente grandes cantidades de ceniza volante, pero por disposición, en algunos países está prohibido su vertido ya que poseen en su composición metales pesados. La ceniza volante se puede clasificar en Clase F que corresponde a óxidos ácidos más del 70% provenientes de la combustión de antracitas

y carbones bituminosos y las de Clase C de óxidos ácidos mayores al 50% provenientes de la combustión de lignitos y carbones sub bituminosos. [14][23]

104

Vidrios fotovoltaicos: Son en sí, paneles solares, pero con la particularidad de que estos no solo brindan una opción arquitectónica, sino que generan energía a través de la radiación solar que incide sobre ellos. Los rayos del sol llegan a la superficie convirtiéndolos en energía gracias a los materiales por lo cual están fabricados. Existen numerosas técnicas y materiales usados en estos dispositivos. La generación de energía se realiza por medio de revestimientos líquidos y nanotecnología siendo que los primeros desarrollados generaban corriente por medio de ondas infrarrojas ultravioletas [3][4][5][6]

Con base a lo investigado anteriormente se ha llegado a la conclusión de que es posible la obtención de vidrio utilizando ceniza volante. Si bien las células solares están compuestas en su gran mayoría de silicio y presenta toda una estructura preparada para su finalidad y un atractivo estético, en esta investigación en sus primeros intentos, con mucha certeza, no será posible conseguir los mismos resultados, en su mayoría a lo que se refiere en temas estéticos. Algunas investigaciones complementaron este residuo con otros materiales que evaluaremos en el transcurso del procedimiento, estos recursos se han nombrado anteriormente. Se espera realizar la experimentación con la gran mayoría de ellos de acuerdo al alcance que se posea y la facilidad de adquirirlos.

Para lograr la caracterización final del prototipo será necesario realizar los respectivos ensayos en laboratorio que compruebe que se trata de un tipo de cristal compuesto en su mayoría por Silicio, material por excelencia de los paneles solares, para ello será necesario realizar fluorescencia de rayos X para comprobar de forma cuantitativa el porcentaje de cada componente, Difracción de rayos X para analizar las fases cristalinas del vidrio, análisis SEM para visualizar si las partículas son propiamente compuestos de silicio en su mayoría.

4. Conclusiones y recomendaciones

105

El vidrio fotovoltaico es una realidad, empresas fabrican estos mismos y son colocados en lugares de gran importancia, como se ha mencionado en apartados anteriores. En caso de que la investigación obtenga resultados favorables se habrá encontrado un uso más para la ceniza volante siendo esta una alternativa que disminuiría considerablemente las afectaciones por medio de los desechos de dicha ceniza además de permitir el desarrollo de una energía limpia que en el uso en edificaciones puede ser estética y práctica.

Se espera que en un futuro cercano lleguen a Colombia estos vidrios y por ende ya tendremos conocimiento de los mismos por medio de este trabajo facilitando la divulgación de los múltiples beneficios que conllevan. Sin embargo, el mayor reto será el aspecto económico, por lo que no todos tendrán la posibilidad, en un principio, de realizar inversiones para adquirirlos y colocarlos.

Sería un gran avance que esta investigación no termine con la realización del prototipo sino de encontrar diversas opciones para que la inversión inicial no sea tan costosa y que esté al alcance de cada ciudadano que desee adquirirlos.

Referencias

- [1] ONU programa para el medio ambiente, “El mundo registra concentración récord de dióxido de carbono a pesar de la COVID-19,” *ONU, programa para el medio Ambient.*, 2020.
- [2] H. E. Olózaga, “Los Recursos Naturales,” *Econ. básica*, pp. 11–12, 2019, doi: 10.2307/j.ctvc5pc23.5.
- [3] P. Seguí, “Ventanas solares o fotovoltaicas: el futuro de las solar Windows,” *Ovacen, Periodis. al Detall.*, 2019.
- [4] M. Carbonell, “Ventanas como opción solar,” *HogarSense*, 2020.
- [5] Paneles Solares Querétaro, “Ventanas que Funcionan como Paneles Solares,” *Paneles Solares Querétaro*, 2020.
- [6] I’nnovationHub, “Vidrio fotovoltaico: una energía limpia y transparente,” *I’nnovation*, 2017.
- [7] Arquitectura Sostenible, “Vidrio fotovoltaico, innovación y sostenibilidad para una energía mas eficiente,” *Arquit. Sosten.*, 2020.
- [8] S. Ramos Terrón, “Fabricación y caracterización de celdas fotovoltaicas de Perovskita de nueva composición,” *Univ. Pablo Olavide Sevilla*, 2018.
- [9] O. G Cucaita - Hurtado y I. O Cabeza, “Tendencias en ingeniería de materiales para la fabricación de células solares fotovoltaicas,” *Ing. Solidar.*, vol. Vol 13, no. pp 151-162 Sep 2017, doi: <https://doi.org/10.16925/in.v13i23.2070>.
- [10] Simón Cortés y Adriana Arango Londoño, “Energías renovables en Colombia: una aproximación desde la economía,” *Rev. Ciencias Estratégicas*, vol. 25, núm 38, p. pp 375-390, 2017.
- [11] Camara de Comercio de Cali, “Normatividad para las Energías Renovables en Colombia,” *Cámara Comer. Cali*, 2016.



- [12] Beltrán. L.V, “Análisis de los diferentes tipos de energías alternativas y su implementación en Colombia,” *Univ. Mil. Nueva Granada*, 2016, [Online]. Available: <http://hdl.handle.net/10654/14563>.
- [13] [UPME] Unidad de Planeación Minero Energética, “Atlas de radiación solar, Ultravioleta y Ozono de Colombia,” 2017.
- [14] L. E. Santaella Valencia, “Caracterización Física, Química y Mineralógica de las Cenizas Volantes,” *Cienc. e Ing. Neogranadina*, vol. num 10, p. pp 47-62, 2001.
- [15] Agudelo Moreno A. A. Espinosa Torres B. G, “Análisis de la resistencia a la compresión de mezclas de concreto con adición de ceniza volante de Termo Paipa,” *Univ. Católica Colomb. Fac. Ing. Programa Ing. Civil. Bogotá, Colomb.*, 2017.
- [16] A. M. Muñoz, S.-O. R. King, and Cooper y J. Montenegro, “Caracterización geotécnica de cenizas volantes generadas a partir de la combustión del carbón en central termoeléctrica,” *Univ. Católica la Santísima Concepción*, 2018.
- [17] Oscar Giovanini Cucaita Hurtado.Iván Orlando Cabeza, “Tendencias en ingeniería de materiales para la fabricación de células solares fotovoltaicas,” *Ing. Solidar.*, vol. vol 13 No, pp. 151–162, 2017, doi: 10.16925/in.v13i23.2070.
- [18] R. Montoya-Quesada, Estefanía; Villaquirán-Caicedo, Mónica; Mejía de Gutierrez, “Materiales vitrocerámicos obtenidos a partir de residuos sólidos tales como cenizas, escorias y vidrio: revisión,” *Inf. Técnico*, vol. 84(2), 68, 2020, doi: <https://doi.org/10.23850/22565035.2900>.
- [19] N. Moreno Palmerola, “Valorización de cenizas volantes para la síntesis de zeolitas mediante extracción de sílice y conversión directa. Aplicaciones ambientales,” *Tesi Dr. UPC, Dep. d’Enginyeria Minera i Recur. Nat. 2002. ISBN 846881346X*, [Online]. Available: <http://hdl.handle.net/2117/94304>.
- [20] Ministerio de Educación Política Social y Deporte, Ed., *Fuentes de Energía para el Futuro*. MEPSYD, 2019.
- [21] Solar. E, “Energía solar fotovoltaica,” 2019.
- [22] Oriol Planas, “Silicio,” *Energía Solar*, 2015. .
- [23] ASTM C 618, “ASTM C 618 Standard Specifications for coal fly ash and raw or calcined natural pozzolan for use as A mineral admixture in concrete,” pp. 1–4, 1999, doi: <http://dx.doi.org/10.1520/C0618-15>.



VENSI II 2021

**ENCUENTRO NACIONAL DE
SEMILLEROS DE INVESTIGACION
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PRESENTACIONES
ORALES**

**PROYECTOS
EN CURSO**



INVESTIGUEMOS

Aplicativo informativo para el semillero de investigación SEINPRO

Informative app for research SEINPRO

Laura Camila Castellanos Parrado,
Adriana Alejandra Linares Yagama,
Margaret Plata Gerena,
María Claudia Contreras Vallejo,
Juan Pablo Pardo Basallo,

^a Facultad ingeniería industrial, Programa o Grupo de
Investigación, Universidad Santo Tomas, [juanppardo@
usantotomas.edu.co](mailto:juanppardo@usantotomas.edu.co)

^b Facultad ingeniería industrial, SEINPRO APP móvil,
Universidad Santo Tomas,

Resumen

Se encuentra la necesidad de una plataforma práctica en donde se recopile información básica del semillero SEINPRO, en beneficio de toda la comunidad tomasina que quiera hacer partícipe de ella, así mismo se propone potencializar el uso del lenguaje de programación como lenguaje JAVA y Android Studio. Para ello, se realizaron ciertos pasos, se partió de una capacitación virtual para reforzar el lenguaje de programación y seguidamente se recopiló la información necesaria que abarca el aplicativo móvil; para finalmente, crear el aplicativo en Android Studio, diseñando su interfaz.

Palabras Claves— App, Lenguaje Java, Android studio

Abstract

There is a need for a practical platform where basic information of the SEINPRO seedbed is collected, for the benefit of the entire community of Tomasina who want to participate in it, likewise it is proposed to enhance the use of programming language such as JAVA and Android Studio. To do this, certain steps were taken, starting with a virtual training to reinforce the programming language and then collecting the necessary information that covers the mobile application; to finally create the application in Android Studio, designing its interface.

Keywords— App, Java code, Android studio

1. Introducción

Al ingresar al semillero de investigación SEINPRO, indagamos acerca de los que; ¿Para qué sirve? ¿Qué importancia tiene en mi vida universitaria? ¿Qué enfoque maneja el semillero?; Una vez indagadas las preguntas anteriores, decidimos elaborar un medio el cual el recién llegado al semillero y los antiguos, puedan tener la información del semillero al alcance suyo. Esto con el fin de instruir al estudiante, antes de realizar la decisión de ingresar al semillero. Con este modo, se evita la deserción de integrantes del semillero, debido a que aquel que quiera formar parte del grupo de investigación ya tiene presente la información y puede saber su papel dentro del semillero. Teniendo bien claro lo anterior, nos faltaba el medio con el cual se busca entregar la información a los estudiantes; de ahí nació la idea de hacer una aplicación móvil (APP). Dicha APP se elaborará en Android studio, herramienta que usa lenguaje java para poder elaborar un aplicativo móvil, el cual será de gran utilidad tanto para el semillero, como para la facultad de Ingeniería Industrial.

En los últimos años las aplicaciones móviles han constituido un ecosistema propio y un potente motor de innovación. La consolidación de las aplicaciones móviles como interfaz dominante del acceso a contenido tiene consecuencias en el plano de la producción, la distribución y el consumo, fusionando los cuatro ámbitos funcionales característicos del contenido digital: reproducción, creación, gestión y comunicación [1]

Por otro lado, las nuevas vías de interacción entre usuarios y dispositivos móviles están generando una gran cantidad de datos que son susceptibles de ser capturados y posteriormente procesados mediante técnicas de Learning Analytics (LA) y Educational Data Mining (EDM). Utilizando estas técnicas, los datos pueden ser transformados en información y conocimiento que nos permitirá evaluar la experiencia y el aprendizaje de los usuarios [2]

2. Metodología

112

Se siguió una serie de pasos de acuerdo a la estructura de planeación para la creación de la APP, en primera instancia cada miembro del equipo se instruyó mediante un curso corto sobre el uso del software java en Android, además se compilo la información necesaria para llevar acabo el aplicativo con la información del semillero SEINPRO teniendo en cuenta el líder del semillero, los integrantes del grupo, proyectos, misión, visión, horarios y vínculo con la página oficial del semillero, complementando con el enfoque del semillero que en este caso es la analítica de datos, para posteriormente continuar con el modelo y la conformación del aplicativo con el diseño de toda la interfaz de operación.

Para la elaboración del aplicativo móvil, se hizo por unas series de pasos los cuales se enumeraron y se mencionan a continuación.

Se seleccionó el programa base Android Studio, el cual se basa en dos tipos de lenguaje para programar, los cuales son Kotlin y Java. Este último se seleccionó para la elaboración ya que fue con el que mejor afinidad teníamos al momento de realizar las pertinentes líneas de código.

Una vez teniendo esa base, empezamos a hacer la recopilación de información; Esto se debe a que el enfoque principal del aplicativo informativo para el semillero de investigación SEINPRO es el de mostrar todo lo relacionado con el semillero a los integrantes y futuros aspirantes; Ya que los estudiantes no cuentan con la suficiente información al momento de ingresar al semillero.

A partir de recopilar empezamos a programar en lenguaje java la parte lógica del aplicativo; Dicha parte lógica se encuentra en el apartado java que tiene Android Studio. Esta es la encargada de dar paso a la siguiente interfaz, la cual presentara información adicional del semillero.

Teniendo la parte lógica funcionando, procedimos a insertar la información a mostrar, la cual hace parte de la recopilación de la información. Esta parte se hizo en el apartado de los layout, parte dedicada al diseño de la app. insertando cuadros de TextView, los cuales sirven para mostrar al usuario la información relevante; Adicionalmente se insertaron ImageView con la misma finalidad que los TextView.

Ya teniendo finalizado el apartado lógico y de diseño, se procedió a ajustar tipo de texto, tamaño y color; Así como los colores de la barra de notificación y barra de título.

Esto se encuentra ubicado en el apartado de Values, el cual se encarga de los colores, dimensiones y los strings.

Finalmente se descarga el archivo en formato apk y se envía a los integrantes de SEINPRO, con el fin de empezar a probar la app en dispositivos con características distintas en el apartado de la pantalla. Todo esto con el fin de determinar si es apto para una futura publicación.

113

3. Análisis de resultados



Ilustración 1 App SEINPRO.
Elaboración propia.

Ilustración 2 App SEINPRO.
Elaboración propia.

Ilustración 3 App SEINPRO.
Elaboración propia.

114

Semillero de investigación (SEIN...)	Semillero de investigación (SEIN...)	Semillero de investigación (SEIN...)
 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA VILLAVICENCIO	 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA VILLAVICENCIO	 UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA VILLAVICENCIO
Análítica de Datos Desarrollo de técnicas estadísticas automatizadas por medio de la programación software, avanzando con el fin de realizar un análisis de datos en las organizaciones.	GRUPO DÍA MARTES 1) Jorge González 2) Joseph Torres 3) Paula Rodríguez 4) Aura Rey 5) Daniel Rivera 6) Paola Otalvaro 7) Gisell Machado 8) Camila Suarez	GRUPO DÍA MARTES 
 SEINPRO	GRUPO DÍA JUEVES 1) Maria Contreras 2) Laura Cucaita 3) Luisa Maldonado 4) Camila Castellanos 5) Juan Pardo Hidalgo 6) Brayan 7) Yeimy Acosta 8) Fiorella Gallo 9) Alejandra Linares 10) Leidy Acosta 10) Margareth Plata 12) Maria Garcia 13) Paula Clavijo 14) Ashley Vaca	GRUPO DÍA JUEVES 
Creación de Aplicaciones Desarrollo de aplicativos web y móviles, enfocados a la resolución de problemas de la región, realizado por medio de niveles dinámicos y lenguajes de alto nivel.		
Siguiente	Siguiente	Siguiente
Ilustración 1 App SEINPRO. Elaboración propia.	Ilustración 2 App SEINPRO. Elaboración propia.	Ilustración 3 App SEINPRO. Elaboración propia.

Es importante destacar que la aplicativo muestra consigo una gran variedad de información como lo es los horarios, el lema, la visión, la misión, personas encargadas en la línea de investigación analítica de datos, los estudiantes que hacen parte del mismo y por último, se expone un poco de sobre la profundización del tema de la creación y ejecución de las aplicaciones. Además de ello es importante destacar que fue uno de los resultados más importantes del semillero ya que es una herramienta practica que permite que los estudiantes neotomasinos tengan en cuenta o se les facilite la información de la línea de investigación.

4. Conclusiones y recomendaciones

115

- Se elaboró un aplicativo informativo móvil, el cual beneficiara a la comunidad del semillero de investigación SEINPRO y de la facultad de Ingeniería Industrial de la universidad Santo Tomas, sede Villavicencio.
- Se fortaleció los conocimientos a lo referente con el lenguaje de programación java, y gracias al fortalecimiento, se logró el objetivo de crear un aplicativo móvil.
- Se identificó las herramientas y métodos (Android studio) con los que se logró llevar a cabo el desarrollo del aplicativo móvil.
- Como recomendación, el aplicativo móvil solo es funcional bajo el sistema operativo Android.

Bibliografía

Hohensee, B. (2014). *Introducción a Android Studio. Incluye proyectos reales y el código fuente*. Babelcube Inc..

DiMarzio, J. (2016). *Beginning Android Programming with Android Studio*. John Wiley & Sons.

Java. (24 de 07 de 2014). Obtenido de Definicion Mx: <https://definicion.mx/java/>.

Android Studio. (s.f.). Obtenido de developers: <https://developer.android.com/studio/intro?hl=es-419>

Referencias

- [1] Aguado, J. M., Martínez, I. J., & Cañete-Sanz, L. (2015). Tendencias evolutivas del contenido digital en aplicaciones móviles. *Profesional de la Información*, 24(6), 787-796.
- [2] Ruiz-Rube, I., Mota, J. M., Person, T., Berns, A., & Doderó, J. M. (2016). Autoría y analítica de aplicaciones móviles educativas multimodales.



Sistema de control de reciclaje en QT5 - ASOCANITAS 1.0

Control system recycling in QT5 – ASOCANITAS 1.0

Héctor Manuel Camargo Azuero^a
Christian Andrés Palomino Naranjo^b

^a Ingeniería Industrial, Semillero de Investigación Turing,
USTA, hector.camargo@usantotomas.edu.co

^b Docente Universidad Santo Tomás Sede Villavicencio,
christianpalomino@usantotomas.edu.co

Resumen

La Asociación de Recicladores con Canitas de Villavicencio (Asocanitas) es una entidad que ha confiado en el campus de la Universidad Santo Tomás Villavicencio para generar alternativas que permitan la optimización de sus procesos a través de los diferentes ámbitos del conocimiento que se desarrollan al interior de la academia. Enmarcado en la automatización de procesos Industria 4.0 se implementa una interfaz gráfica de usuario (GUI) Qt5 C++ a un Sistema de Control de Reciclaje para Asocanitas que permita facilitar el cálculo del valor del material reciclado y las cantidades en kilogramos por día. Asimismo, se vincula un sistema de liquidación de personal conforme a la normativa legal colombiana y un control de EPP.

Abstract

The Association of recyclers with greying hair de Villavicencio (Asocanitas) is an entity that has trusted the Universidad Santo Tomás Villavicencio campus to generate alternatives that allow the optimization of its processes through the different areas of knowledge that are developed within the academy. Framed in the automation of the Industry 4.0 processes, a Qt5 C++ graphic user interface (GUI) is implemented to a Recycling Control System for Asocanitas that facilitate the calculation of the value of the recycled material and the amounts in kilograms per day. Likewise, an individual final pay system is linked in accordance with Colombian legal regulations and a PPE control.

Keywords— Control System Recycling , GUI, Industry 4.0, PPE.

1. Introducción

Frente a los vertiginosos cambios y desafíos que pululan en nuestra nueva realidad es imperativa la automatización de los procesos productivos al interior de las organizaciones. La universidad como agente social desarrolla alternativas de mejora continua y la Industria 4.0 [1] para las organizaciones de la región. La Asociación de Recicladores con Canitas de Villavicencio realiza un importante papel en la recolección de material reciclable del área metropolitana. No obstante, requiere la implementación de un sistema de control de reciclaje para optimizar sus procesos productivos y dar seguimiento a su programa de SST.

La implementación de una GUI o interfaz gráfica de usuario Qt5 C++ para la aplicación Asocanitas 1.0 representa una solución dinámica para el cálculo del material reciclado y los valores recibidos en cada jornada. Con un diseño fiel a sus colores e identidad institucional, una fuente clara con un tamaño de fácil lectura se ofrecen valores agregados para simplificar procesos garantizando exactitud en el cálculo de ingresos y nómina del personal operativo de planta [2].

2. Metodología

2.1 Fase de Planificación

En un primer estadio se realiza un mapeo de la recolección de materiales de la asociación de recicladores con el fin de determinar un diagrama de flujo de las actividades de la asociación facilitando el reconocimiento de puntos neurálgicos y cuellos de botella propensos a una mejora con la automatización.



2.2 Fase de Diseño

Una vez superada esta fase se propone un nuevo diagrama de flujo mejorado y se plasma en un algoritmo inicialmente llevado a PSeInt un intérprete de un lenguaje de programación basado en pseudocódigo. El pseudocódigo constituye una descripción informal de alto nivel de un algoritmo, que conserva las convenciones estructurales de un lenguaje de programación diseñado para facilitar la lectura humana [3].

2.3 Fase de Codificación

Posteriormente se lleva este pseudocódigo a C++ un lenguaje contiene los paradigmas de la programación estructurada y orientada a objetos, por lo que se le conoce como un lenguaje de programación multiparadigma. Ofrece un alto rendimiento debido a que puede hacer llamadas directas al sistema operativo, es un lenguaje compilado para cada plataforma, posee gran variedad de parámetros de optimización y se integra de forma directa con el lenguaje ensamblador [4].

Reconociendo oportunidades de mejora se determina la necesidad de implementar una interfaz gráfica de usuario para mejorar la interacción con el usuario final. Se determina que el framework Qt para el desarrollo de aplicaciones multiplataforma como: Linux, OS X, Windows, VxWorks, QNX, Android, iOS, BlackBerry, Sailfish OS entre otros como la mejor opción debido a que es un framework escrito en C++ (w.qt.io/, 2020) permitiendo el desarrollo de la Interfaz gráfica de Usuario (GUI) conforme al avance realizado.

2.4 Fase de Pruebas

Se compila el código y se verifica la funcionalidad de la aplicación reconociendo oportunidades de mejora de la mano del usuario final. Primeras etapas del manual de usuario y revisión de factibilidad de las recomendaciones.

Hardware y Software.

Para el desarrollo de la aplicación Asocanitas 1.0 se utilizó una Laptop ASUS S410U: Intel(R) Core(TM) i3- 8130U CPU @ 2.20GHz 2.21 GHz; 12 GB RAM; 1 TB de disco duro. Con sistema operativo Window 10 [5].

PSeInt 20200330-w32-wx3 Versión general de la instalación: 20200501
https://www.onlinegdb.com/online_cplusplus_compiler (OnlineGDB,2016) Qt versión 5.15.2. [6]

System Development Life Cycle



121

Figura 5: System Development Life Cycle Asocanitas 1.0
Fuente: viewnext [7] (2018),
Elaboración Propia.

3. Análisis de resultados

Aplicación Asocanitas 1.0

Las pruebas iniciales nos permiten ofrecer una Interfaz Gráfica de Usuario para la recolección de datos e información relevante del tipo de vehículo (capacidad) y Elementos de Protección Personal (EPP) de los asociados durante la jornada en la pestaña de Inicio/Entrada Recolección Figura 1.



Figura 1: Ventana Entrada Recolección del menú Inicio sistema Asocanitas 1.0
Fuente: Camargo (2021)



122

La página principal en menú de inicio también presenta una ventana de Inicio/Salida de Recolección con un listado de los materiales a reciclar para que cada asociado introduzca el peso en kilogramos de cada uno de los materiales reciclados durante la jornada generando celeridad, exactitud y transparencia al proceso. Figura 2.

Materiales	Precio (kg)
Cartón Suelto	6,00
Revistas	4,00
Periódico Compacto	8,00
Botella Color	3,00
Botella Transparente	8,00
Pet Aceite	2,00
Pet Aseo	2,00
Pet Cristal	1,00
Tetrapack	8,00
Plástico	5,00
Plástico Transparente	4,00
Hierro	3,00
Latas	2,00
Chatarra	5,00

Hoy recolectaste material por un valor de: \$ 33157

Recuerda utilizar tus elementos de protección personal.

Calcular

Siguiente Turno

Figura 2: Ventana Salida Recolección del menú Inicio sistema Asocanitas 1.0

Fuente: Camargo (2021)

En la página principal en menú de Nómina es posible generar una Cotización Individual para facilitar el proceso de contratación eventual por horas de los servicios técnicos y/o profesionales para el funcionamiento de equipos y asesorías que pueda requerir la asociación cumpliendo con los pagos legales según la normativa legal Nómina/Cotización Figura 3.

COTIZACIÓN INDIVIDUAL

Ingrese Las Horas a Laborar: 80

VALOR HORA: \$ 22000 Ingresos Brutos: \$ 1760000

Mas Pagos Legales

Salud 12%:	211200	Caja Compensación 5%:	88000
Pensión 16%:	281600	ICBF 5%:	88000
ARL tipo II 1,044%:	18374	Prima Mensual:	146667
Cesantías Mensual:	146667	Vacaciones Mensual:	146667
Intereses Cesantías Mensual:	17600	Auxilio De Transporte:	0,0
Porcentaje Intermediación:	176000		

Total Pagos Legales: \$ 1467441

Cotización Empleado Mensual: \$ 3227441

Calcular Finalizar

Figura 3: Ventana Cotización Individual del menú Nómina sistema Asocanitas 1.0

Fuente: Camargo (2021)

4. Conclusiones y recomendaciones

123

La aplicación desarrollada responde a las necesidades actuales de la asociación, se considera importante dar celeridad a la fase de pruebas para determinar oportunidades de mejora.

El sistema de control de reciclaje cumple con las funciones básicas proyectadas de manera estable y confiable.

Se pretende también vincular la GUI a una base de datos para recopilar datos de cada una de las jornadas facilitando el seguimiento y el análisis de la producción mensual de Asocanitas.

Se recomienda alojar una versión abreviada en línea de la aplicación para facilitar el cálculo del material de cada asociado desde su dispositivo móvil.

Referencias

- [1] Belman-Lopez, C.E., Jiménez-García, J.A., Hernández-González, S. 2020. “Comprehensive analysis of design principles in the context of Industry 4.0”. *RIAI*, vol. 17, p.p. 432-447, 2020. <https://doi.org/10.4995/riai.2020.12579>
- [2] Qt5. “Qt GUI graphical user interface. One framework. One codebase. Any platform”. 2020 <https://www.qt.io/>
- [3] E. Cortés, V. Vanoli, & S. Casas, “Big Bang un recurso didáctico - pedagógico en el aprendizaje de la implementación de algoritmos en pseudocódigo”. Santa Cruz, Argentina: Universidad Nacional de la Patagonia Austral. S.f. http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/20836/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [4] A. Robledano,. “Qué es C++: Características y aplicaciones”. 2019. <https://openwebinars.net/blog/que-es-cpp/>
- [5] Asocanitas. “Nosotros. ¿Quiénes Somos?”. 2021. <http://www.asocanitas.com/>
- [6] OnlineGDB. “beta online compiler and debugger for c/c++”. 2016. https://www.onlinegdb.com/online_c++_compiler
- [7] ViewNext. “El Ciclo SDLC En 7 Fases”. *ViewNext*. Junio, 2018. <https://www.viewnext.com/el-ciclo-sdlc-en-7-fases/>

Factores que influyen en la fuerza de agarre. Revisión literaria

Factors influencing grip strength. Literature review

Arroyo Madera Jorge Yaith ^a
Delgado Guzmán Yulieth Tatiana ^b
Monroy Silva Magda Viviana ^c

^a Facultad de ingeniería industrial, grupo de investigación en procesos organizacionales jorgearroyo@usantotomas.edu.co

^b Facultad de ingeniería industrial, grupo de investigación en procesos organizacionales yuliethdelgado@usantotomas.edu.co

^c Facultad de ingeniería industrial, grupo de investigación en procesos organizacionales magdamonroy@usantotomas.edu.co

Resumen

La fuerza de agarre es una variable que determina aspectos como la nutrición, tonicidad muscular, pérdida de fuerza, agotamiento, fatiga y que en seguridad y salud en el trabajo se considera para definir estrategias de prevención de desórdenes osteomusculares. La intensidad de la fuerza se ha relacionado con características individuales, dimensiones de la mano, hábitos y antecedentes de desórdenes musculoesqueléticos. Este artículo tiene como propósito realizar una revisión de literatura sobre los factores que influyen en la fuerza de agarre y que han sido incorporados en modelos de predicción propuestos por diversos autores. Se analizaron 26 artículos científicos de bases de datos como Scopus, ScienceDirect, Pivot, Mendeley y Google Scholar se identificaron en total 32 modelos predictivos. Se concluyó que los factores más influyentes en la fuerza de agarre fueron la edad, el sexo, la talla y el peso.

Palabras Claves— Dinamometría, fuerza de agarre

Abstract

Grip strength is a variable that determines aspects such as nutrition, muscle tone, loss of strength, exhaustion, fatigue and that in occupational health and safety is considered to define strategies for the prevention of musculoskeletal disorders. Strength intensity has been related to individual characteristics, hand dimensions, habits and history of musculoskeletal disorders. The purpose of this article is to review the literature on the factors that influence grip strength and that have been incorporated in prediction models proposed by various authors. Twenty-six scientific articles from databases such as Scopus, ScienceDirect, Pivot, Mendeley and Google Scholar were analyzed and a total of 32 predictive models were identified. It was concluded that the most influential factors on grip strength were age, gender, height and

Keywords— Dynamometry, grip strength

1. Introducción

La fuerza de agarre es aquella que se ejerce con la mano para apretar o soltar cualquier objeto. A lo largo de la historia se ha venido estudiando el comportamiento de esta, para conocer su variación entre los diferentes tipos de población, entre ellos niños, jóvenes, adultos y ancianos [1]. Diversos autores han concluido que la fuerza de agarre varía dependiendo las actividades diarias que realicen las personas, los hábitos que tengan e incluso por factores genéticos (concluido de revisión literaria)[2]. Las principales causas de tener una fuerza de agarre débil radican en la mala posición de la muñeca, el sobre esfuerzo al agarrar algo, los puestos de trabajos mal acondicionados y las diferentes actividades que se realizan día a día , que a su vez generan consecuencias como lesiones osteomusculares en la muñeca[2]. Estas alteraciones afectan músculos, huesos, tendones, y tejidos conectivos del sistema osteomuscular. Existen diversas estrategias que contribuyen a su prevención, entre ellas, el fortalecimiento muscular o acondicionamiento físico [3].

2. Metodología

Primeramente, se realizó una búsqueda de información sobre los factores que influyen en la fuerza de agarre, esto se realizó utilizando ecuaciones de búsqueda como: Factors AND Grip strength, en bases de datos como Scopus, Science Direct, Google Schollar, entre otros. Luego de encontrar una cantidad significativa de artículos se procedió a realizar un filtro de los artículos más próximos en condición de título y abstract, luego de aplicar este filtro se decidió trabajar con 26 artículos, de los cuales se realizó una revisión de literatura con el fin de determinar qué variables son las que más influyen en el cálculo de la fuerza de agarre, estas investigaciones revisadas se realizaron entre el periodo 1997-2019 y se encontró que las variables más compartidas en estos son: la edad, el peso, la talla, el IMC y género.



3. Análisis de resultados

128

Luego de realizar la revisión de literatura de los 26 artículos enfocados a la fuerza de agarre de distintas poblaciones, se ha encontrado que en total se generaron 32 ecuaciones predictivas, en estas los autores utilizan diversas variables como el IMC, edad, peso, talla, mano dominante y no dominante, circunferencia de la mano, longitud de la mano, entre otras. Sin embargo algunas variables son más utilizadas para esta predicción que otras por ejemplo: la edad, género, talla, peso, IMC, mano dominante, mano no dominante, tienen una participación en los modelos predictivos del 56,2%, 78,1%, 53,1%, 65,6%, 53,1%, 34,3% y 31,2% respectivamente. En estos artículos la muestra poblacional oscilaba entre los 5 y 95 años, en algunos se incluían personas de la tercera edad sanas, personas con problemas de salud, niños y adolescentes estudiantes, entre otros, además estos estudios fueron realizados en poblaciones de Brasil, Estados Unidos, España, Malasia, Australia, Dinamarca, Bélgica y Corea.

En la siguiente tabla se puede observar el nombre del artículo y las variables que contiene cada ecuación establecida [1]

Título del artículo	Edad de la población participante	Género (Sexo)	fuerza de agarre	dimensiones antropométricas	Edad	Talla	Circunferencia de la mano	PESO	IMC	Hombre	Mujer	Mano Dominante	Mano No Dominante	Población General	MANO DERECHA	MANO IZQUIERDA	TRABAJO DE AGARRE
Predicting maximal grip strength using hand circumference	jóvenes de pregrado						X							X			
The relationship between anthropometry and handgrip strength	Adultos de Malasia	X	X	X													
Reference equations for handgrip strength: Normative values in young adult and middle-aged subjects	entre 20 y 60 años	X			X			X					X				
Validad predictiva de las ecuaciones de referencia para fuerza de agarre en hombres brasileños de mediana edad y ancianos	entre 50 y 84 años	X			X			X				X					
Validad predictiva de las ecuaciones de referencia para fuerza de agarre en hombres brasileños de mediana edad y ancianos	entre 50 y 84 años	X			X			X				X					
References of manual grip dynamometry by height ranges in pediatric and adolescent age	entre 6 y 15 años					X		X		X							
References of manual grip dynamometry by height ranges in pediatric and adolescent age	entre 6 y 15 años					X		X			X						
The use of hand grip strength as a predictor of nutrition status in hospital patients	no especifica	X			X				X						X		

The use of hand grip strength as a predictor of nutrition status in hospital patients	no específica	X			X				X								X	
Equações de referência para a predição da força de preensão manual em brasileiros	50 años o mas	X			X			X				X						
Equações de referência para a predição da força de preensão manual em brasileiros	50 años o mas	X			X	X		X				X						
Equações de referência para a predição da força de preensão manual em brasileiros	50 años o mas	X			X			X				X						
Equações de referência para a predição da força de preensão manual em brasileiros	50 años o mas	X			X	X		X				X						
Prediction equations for handgrip strength in healthy Indian male and	entre 5 y 67 años	X	X		X				X									
Prediction equations for handgrip strength in healthy Indian male and	entre 5 y 67 años	X	X		X				X									
Grip strength measured by high precision dynamometry in healthy subjects from 5 to 80 years	entre 5 y 80 años								X							X		
female subjects encompassing a wide age range	entre los 20 y los 95 años	X			X	X			X								X	
female subjects encompassing a wide age range	entre los 20 y los 95 años	X			X	X			X								X	
Factores asociados con la fuerza de agarre de los adolescentes: un estudio observacional	entre 12 y 17 años	X			X	X			X	X			X					
Factores asociados con la fuerza de agarre de los adolescentes: un estudio observacional	entre 12 y 17 años	X			X	X			X	X				X				
The impact of gender, body dimension and body composition on hand-grip strength in healthy children	5 a 15 años	X			X	X			X	X								
Investigation of the relationship between anthropometric measurements and maximal handgrip strength in young adults	entre los 19 y 34 años							X					X					
Investigation of the relationship between anthropometric measurements and maximal handgrip strength in young adults	entre los 19 y 34 años							X					X					
Una evaluación biomecánica de la fuerza de agarre isométrica y fatiga en diferentes posiciones anatómicas	20 años												X					
Effect of inflammation on handgrip strength in the non-critically ill is independent from age, gender and body composition (El efecto de la inflamación en la fuerza de la empuñadura en el estado no crítico es independiente de la edad, el sexo y la composición corporal)	56,4±15,9 años	X			X				X									
GRIP WORK MEASUREMENT WITH THE JAMAR DYNAMOMETER: VALIDATION OF A SIMPLE EQUATION FOR CLINICAL USE (MEDICIÓN DEL TRABAJO DE AGARRE CON EL DINAMOMETRO DE JAMAR: VALIDACIÓN DE UNA ECUACIÓN SIMPLE PARA USO CLÍNICO)	No específica												X					
GRIP WORK MEASUREMENT WITH THE JAMAR DYNAMOMETER: VALIDATION OF A SIMPLE EQUATION FOR CLINICAL USE	Envejecimiento y mediana edad																	X

4. Conclusiones y recomendaciones

Nueve de los artículos estudiados se enfocaron en poblaciones mayores de 50 años por lo que se puede decir que estás ecuaciones son viables para predecir únicamente la fuerza de agarre de personas mayores y no servirá para predecir la de una persona menor, por otro lado, se tiene que 17 de las ecuaciones encontradas en los artículos pueden ser aplicadas a personas de 5 a 65 años por lo que estas podrían ser más universales.

A pesar de contar con estas variables que predominan en el cálculo de la fuerza de agarre cabe destacar que es importante realizar un estudio de la población a la que se le aplicará el modelo predictivo esto debido a que cada muestra poblacional puede poseer factores diferentes que pueden afectar esta predicción [4].

Referencias

- [1] “» ¿Qué es y cómo desarrollar la fuerza de agarre? » MT.”<https://www.musculaciontotal.com/entrenar/la-fuerza-de-agarre/> (accessed Aug. 19, 2021).
- [2] S. González-Vargas, E. Cortés-Reyes, and F. Marino-Isaza, “Prevalencia de lesiones osteomusculares en patinadores de carreras de Villavicencio, Colombia,” *Rev. Salud Pública*, vol. 19, no. 3, pp. 347–354, Jul. 2017, doi: 10.15446/RSAP.V19N3.62976.
- [3] P. P. rer nat Alwin Luttmann Dr-Ing Matthias Jäger Dra med Barbara Griefahn, A. med sc Gustav Caffier med Falk Liebers Dipl-Ing Ulf Steinberg, and T. Solasaari Pekki, “Prevención de trastornos musculoesqueléticos en el lugar de trabajo.”
- [4] F. J. Amo-Setién, C. Leal-Costa, R. Abajas-Bustillo, D. González-Lamuño, and C. Redondo-Figuero, “Factors associated with grip strength among adolescents: An observational study,” *J. Hand Ther.*, vol. 33, no. 1, pp. 96–102, Jan. 2020, doi: 10.1016/J.JHT.2018.10.005.
- [5] J. Lopes, S. T. Grams, E. F. da Silva, L. A. de Medeiros, C. M. M. de Brito, and W. P. Yamaguti, “Reference equations for handgrip strength: Normative values in young adult and middle-aged subjects,” *Clin. Nutr.*, vol. 37, no. 3, pp. 914–918, Jun. 2018, doi: 10.1016/j.clnu.2017.03.018.
- [6] K. Li, D. J. Hewson, J. Duchêne, and J. Y. Hogrel, “Predicting maximal grip strength using hand circumference,” *Man. Ther.*, vol. 15, no. 6, pp. 579–585, Dec. 2010, doi: 10.1016/J.MATH.2010.06.010.
- [7] E. Serna M., “Investigación Formativa en Ingeniería (ed. 3),” *Investig. Form. en Ing.*, pp. 22–31, Sep. 2019, doi: 10.5281/ZENODO.3387691.
- [8] A. Flood, A. Chung, H. Parker, V. Kearns, and T. A. O’Sullivan, “The use of hand grip strength as a predictor of nutrition status in hospital patients,” *Clin. Nutr.*, vol. 33, no. 1, pp. 106–114, Feb. 2014, doi: 10.1016/J.CLNU.2013.03.003.

- [9] S. J. Scheer and A. Mital, "Ergonomics," *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, vol. 78, no. 3 SUPPL., pp. 36–45, 1997, doi: 10.1016/s0003-9993(97)90406-8.
- [10] S. González-Vargas, E. Cortés-Reyes, and F. Marino-Isaza, "Prevalencia de lesiones osteomusculares en patinadores de carreras de Villavicencio, Colombia," *Rev. Salud Pública*, vol. 19, no. 3, pp. 347–354, Jul. 2017, doi: 10.15446/RSAP.V19N3.62976.
- [11] A. Sartorio, C. L. Lafortuna, S. Pogliaghi, and L. Trecate, "The impact of gender, body dimension and body composition on hand-grip strength in healthy children," *J. Endocrinol. Invest.*, vol. 25, no. 5, pp. 431–435, 2002, doi: 10.1007/BF03344033.
- [12] J. Singer, I. Pérez, and C. Zegers, "Influencia del estado nutricional y la actividad física sobre la fuerza de agarre en adultos chilenos," *Rev. Confluencia*, vol. 2020, no. 1, pp. 20–25, 2020, Accessed: Aug. 11, 2021. [Online]. Available: <http://repositorio.udd.cl/handle/11447/3370>.
- [13] J. Y. Hogrel, "Grip strength measured by high precision dynamometry in healthy subjects from 5 to 80 years," *BMC Musculoskelet. Disord.*, vol. 16, no. 1, Jun. 2015, doi: 10.1186/S12891-015-0612-4.
- [14] K. S. Lee and M. C. Jung, "Ergonomic evaluation of biomechanical hand function," *Saf. Health Work*, vol. 6, no. 1, pp. 9–17, Mar. 2015, doi: 10.1016/J.SHAH.2014.09.002.
- [15] C. M. Günther, A. Bürger, M. Rickert, A. Crispin, and C. U. Schulz, "Grip Strength in Healthy Caucasian Adults: Reference Values," *J. Hand Surg. Am.*, vol. 33, no. 4, pp. 558–565, Apr. 2008, doi: 10.1016/J.JHSA.2008.01.008.
- [16] S. Pieterse, M. Manandhar, and S. Ismail, "Handgrip strength and nutritional status," *European journal of clinical nutrition*, vol. 56, no. 10, pp. 933–9, 2002, [Online]. Available: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12373611>.
- [17] Z. D. Alkurdi and Y. M. Dweiri, "A biomechanical assessment of isometric handgrip force and fatigue at different anatomical positions," *J. Appl. Biomech.*, vol. 26, no. 2, pp. 123–133, 2010, doi: 10.1123/jab.26.2.123.
- [18] M. García López *et al.*, "Referencias para dinamometría manual en función de la estatura en edad pediátrica y adolescente," *Nutr. Clin. y Diet. Hosp.*, vol. 37, no. 4, pp. 135–139, 2017, doi: 10.12873/374GLOPEZ.
- [19] R. Dias Novaes, A. Silva de Miranda, J. de Oliveira Silva, B. Vasconcelos Fonseca Tavares, V. Zuniga Dourado, and V. Z. Dourado, "Equações de referência para a predição da força de preensão manual em brasileiros de meia idade e idosos Reference equations for predicting of handgrip strength in Brazilian middle-aged and elderly subjects," *Fisioter Pesq*, vol. 16, no. 3, pp. 217–239, 2009

- [20] K. Norman, N. Stobäus, K. Kulka, and J. Schulzke, "Effect of inflammation on handgrip strength in the non-critically ill is independent from age, gender and body composition," *Eur. J. Clin. Nutr.*, vol. 68, no. 2, pp. 155–158, Feb. 2014, doi: 10.1038/EJCN.2013.261.
- [21] A. G. P. Lucio *et al.*, "Fuerza de agarre como predictor de composición corporal en estudiantes universitarias," *Rev. Chil. Nutr.*, vol. 47, no. 4, pp. 604–611, Aug. 2020, doi: 10.4067/S0717-75182020000400604.
- [22] M. S. Nurul Shahida, M. D. Siti Zawiah, and K. Case, "The relationship between anthropometry and hand grip strength among elderly Malaysians," *Int. J. Ind. Ergon.*, vol. 50, pp. 17–25, Nov. 2015, doi: 10.1016/J.ERGON.2015.09.006.
- [23] C. A. Eidson *et al.*, "Investigation of the relationship between anthropometric measurements and maximal handgrip strength in young adults," *Work*, vol. 57, no. 1, pp. 3–8, 2017, doi: 10.3233/WOR-172537.
- [24] F. J. Amo-Setién, C. Leal-Costa, R. Abajas-Bustillo, D. González-Lamuño, and C. Redondo-Figuero, "Factors associated with grip strength among adolescents: An observational study," *J. Hand Ther.*, vol. 33, no. 1, pp. 96–102, Jan. 2020, doi: 10.1016/J.JHT.2018.10.005.
- [25] Y.-C. Wang, R. W. Bohannon, X. Li, B. Sindhu, and J. Kapellusch, "Hand Grip Strength: Normative Reference Values and Equations for 18- to 85-Year-Olds Residing in the United States," *J. Orthop.Sport. Phys. Ther.*, no. 414, pp. 1–34, 2018, [Online]. Available: sci-hub.tw/10.2519/jospt.2018.7851.
- [26] J. Lopes, S. T. Grams, E. F. da Silva, L. A. de Medeiros, C. M. M. de Brito, and W. P. Yamaguti, "Reference equations for handgrip strength: Normative values in young adult and middle-aged subjects," *Clin. Nutr.*, vol. 37, no. 3, pp. 914–918, Jun. 2018, doi: 10.1016/J.CLNU.2017.03.018.
- [27] M. Unal, O. Kose, H. Arik, F. Guler, B. Acar, and H. Yuksel, "Hand grip strength: Age and gender stratified normative data in Anatolian population," *Hand Microsurg.*, vol. 6, no. 3, p. 1, 2018, doi:10.5455/handmicrosurg.257058.
- [28] M. Vaz, S. Hunsberger, and B. Diffey, "Prediction equations for handgrip strength in healthy Indian male and female subjects encompassing a wide age range," *Ann. Hum. Biol.*, vol. 29, no. 2, pp. 131–141, 2002, doi: 10.1080/03014460110058962.
- [29] J. V. G. Zambrano, "Desórdenes músculo esqueléticos (DME) y su incidencia en la salud de los trabajadores de la construcción," *Rev. San Gregor.*, vol. 0, no. 31, pp. 118–129, Jun. 2019, doi:10.36097/RSAN.V0I31.945.

- [30] L. de Dobbeleer *et al.*, “Grip Work Measurement with the Jamar Dynamometer: Validation of a Simple Equation for Clinical Use,” *J. Nutr. Heal. Aging*, vol. 23, no. 2, pp. 221–224, Feb. 2019, doi:10.1007/S12603-019-1155-4.
- [31] R. Santos Neves, A. J. Lopes, S. L. S. de Menezes, T. R. de L. Lima, A. de S. Ferreira, and F. S. Guimarães, “Hand grip strength in healthy young and older Brazilian adults: Development of a linear prediction model using simple anthropometric variables,” *Kinesiology*, vol. 49, no. 2, pp. 208–216, 2017, doi: 10.26582/k.49.2.5.
- [32] T. G. Sevene, J. Berning, C. Harris, M. Climstein, K. J. Adams, and M. DeBeliso, “Hand Grip Strength and Gender: Allometric Normalization in Older Adults and Implications for the NIOSH Lifting Equation,” *J. Lifestyle Med.*, vol. 7, no. 2, pp. 63–68, jul. 2017, doi: 10.15280/JLM.2017.7.2.63.
- [33] S. Rostamzadeh, M. Saremi, and S. Tabatabaei, “Normative hand grip strength and prediction models for Iranian office employees,” *Work*, vol. 62, no. 2, pp. 233–241, 2019, doi: 10.3233/WOR-192858.
- [34] D. M. Chilima and S. J. Ismail, “Nutrition and handgrip strength of older adults in rural Malawi,” *Public Health Nutr.*, vol. 4, no. 1, pp. 11–17, Feb. 2001, doi:10.1079/PHN200050.

VENSI II 2021

**ENCUENTRO NACIONAL DE
SEMILLEROS DE INVESTIGACION
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

PÓSTER

**INVESTIGACIONES
TERMINADAS**



Mejora de los procesos productivos a través de Heijunka en las PYMES

Improvement of production processes through Heijunka in SMEs

Manuel Antonio Herrera Gómez
María Alejandra Porras Ramírez
Diana Carolina Villamil Sandoval

^a Facultad de Ingeniería, Programa de ingeniería industrial,
PROPYLOG, Universidad Militar Nueva Granada SCNG, est.
manuel.herrera@unimilitar.edu.co

^b Facultad de Ingeniería, Programa de ingeniería industrial,
PROPYLOG, Universidad Militar Nueva Granada SCNG, est.
mariaa.porras@unimilitar.edu.co

^c Facultad de Ingeniería, Programa de ingeniería industrial,
PROPYLOG, Universidad Militar Nueva Granada SCNG,
diana.villamil@unimilitar.edu.co

Resumen

Actualmente las empresas buscan implementar herramientas que les ayuden a mejorar sus procesos de fabricación para satisfacer las necesidades de sus clientes, en este caso hablaremos del uso de la herramienta Heijunka, que es una de las menos utilizadas dentro de las empresas, esta herramienta es clave para una nivelación de la producción y todos los beneficios que esto trae, como la previsibilidad, la flexibilidad y la estabilidad en la producción, en este ensayo se pretende revisar el uso que le dan a esta herramienta para las Pymes de América Latina en diferentes áreas.

Palabras clave: Heijunka, Producción, Pymes, herramientas de mejora, nivelación.

Abstract

Currently companies seek to implement tools that help them improve their manufacturing processes to meet the needs of their customers, in this case we will talk about the use of the Heijunka tool, which is one of the least used within companies, this tool is key For a production leveling and all the benefits that this brings, such as predictability, flexibility and stability in production, this essay aims to review the use that this tool is given for SMEs in Latin America in different areas .

Keywords: Heijunka, Production, SMEs, improvement tools, leveling.

1. Introducción

En las últimas décadas en los sistemas de producción de las compañías, las filosofías lean manufacturing ha tomado un alto grado de importancia por la implementación de cada una de sus herramientas, para volver más competitivos sus procesos. Las filosofías lean se enfoca en la minimización de las pérdidas en los sistemas de manufactura y a su vez en la maximización de la creación de valor para el cliente final. [1, 2, 3]

Esta filosofía tiene una serie de factores que son clave para alcanzar los objetivos planteados, entre los que se encuentran: la calidad perfecta a la primera, que se toma como la búsqueda de cero defectos en el sistema y en el producto; la detección y solución de problemas que puedan estar causando los defectos; y la minimización del desperdicio, que hace referencia a la eliminación de todas las actividades que no aporten valor al proceso, además de hacer un uso óptimo de los recursos que sean escasos.[2]

Otro factor es la mejora continua, que es uno de los más importantes ya que se tienen en cuenta la reducción de costos, las mejoras en la calidad, el aumento de la productividad y el uso adecuado y divulgación de la información. Dentro de la filosofía lean también se destaca la flexibilidad de producción y la construcción de relaciones a largo plazo con los posibles proveedores. [2]

La filosofía involucra además un sistema llamado Heijunka, que es el que se refiere a la nivelación de la producción, con el fin de mejorar el flujo de un proceso en específico, para que pueda adaptarse mejor a la demanda del cliente, también para reducir el desperdicio y dejar de lado el procesamiento por lotes. [4]

Cómo define Adelar da Silva en [3] Heijunka es una herramienta de la manufactura esbelta, la cual fue creada en la época de la guerra de Corea como respuesta a la demora en la entrega, por parte de Toyota, de camiones para este conflicto. Heijunka también se le conoce como nivelación de la producción, debido a que su función es balancear la producción de las empresas que tienen una gran variedad de productos y de esta manera satisfacer a todos los clientes, utilizándose para planificar la producción a corto plazo. También es de conocer que para su correcto uso y aprovechamiento la empresa



de antemano debe conocer su estado, además que esta herramienta se debe aplicar con otras, ya sean de manufactura esbelta, como es lo ideal, u otras que tengan un objetivo afín con la manufactura esbelta.

Debido a las funciones que cumple esta herramienta trae unas ventajas las cuales le permiten un mejor desempeño a una empresa, por lo que si una PYME utiliza esta herramienta se verá muy beneficiada ya que entre sus ventajas está la creación de procesos productivos flexibles, lo cual les permitiría a las PYMES una mejor reacción a un mercado con demanda variable. Otra ventaja es el cumplir con lo estrictamente requerido por los clientes y de esta manera evitar la sobreproducción para reducir también los sobrecostos relacionados con esta. Por último, Heijunka también permite un mayor control en los tiempos de muertos de las máquinas y el tiempo ocioso de los trabajadores, lo que evidencia una ventaja al utilizar esta herramienta en una PYME, pues le brinda un gran control en sus costos de producción, siendo estos de vital importancia para este tipo de empresas. [3]

Como lo explica KAI FURMANS en [5, pág. 2] “aunque Heijunka está destinado a ser utilizado en un entorno, donde varios diferentes productos se producen, el análisis comienza con un caso muy simplificado, donde un producto se ensambla para un cliente. Al principio, la línea de montaje se trata de forma aislada, atendiendo un mercado con demandas independientes (Figura 1).”

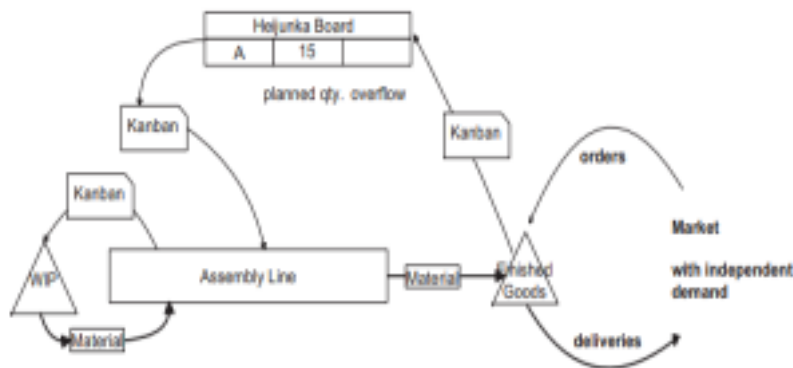


Figura 1. “Sistema Heijunka simplificado para un mercado con demandas independientes” [5, pág. 2]

El objetivo principal de esta investigación es realizar una revisión documental para identificar el uso de la herramienta Heijunka y reflejar casos en los que ha sido empleada en PYMES.

2. Metodología

140

La búsqueda de los documentos bibliográficos que fueron utilizados en el presente artículo se realizó haciendo uso de dos diferentes plataformas académicas de búsqueda: Google Scholar y ScienceDirect. La búsqueda se realizó durante el mes de febrero del 2021 y tuvo como criterios de búsqueda artículos de años superiores al 2015 y las palabras clave: Heijunka, aplicaciones de Heijunka y aplicaciones de la herramienta Heijunka en PYMES. La información de esta herramienta en particular es muy reducida, por lo cual la selección de los autores fue más específica, los autores que se tuvieron en cuenta para ser relacionados con el contenido del artículo, fue basada en que se tocara el tema de la herramienta Heijunka a modo de información teórica, que estuviera relacionada con las demás herramientas lean y que tuvieran algún ejemplo o aplicación de la misma. Después de hacer la lectura correspondiente, se seleccionaron 13 en los cuales se tocaban los temas de los que se pretendía hablar en el artículo.

3. Aplicaciones

Como expone Mauricio Castañeda en [6] donde hace una propuesta de mejora en el proceso de producción para una empresa de café, considera que el gerente que aplique esta herramienta debe considerar primero la capacidad de la planta y el nivel de inventarios con el que cuenta la compañía y plantea que la herramienta Heijunka sería fundamental para lograr el equilibrio que se busca en el nivel de producción.

Para hacer uso de la herramienta Heijunka primero hay que tener conocimiento del nivel de producción para cada tipo de producto que se maneje, que en este caso es de 5 productos, el autor lo primero que hace es plantear y resolver el POQ (Cantidad Económica de Pedido en tiempo de producción), para saber cuánto se debe producir en determinado tiempo establecido.

El autor luego de tener los resultados reflejados en una tabla, determinó que la herramienta Heijunka ayudó a que se viera una disminución considerable en los días de trabajo, reorganizando la producción por lotes más pequeños, con el fin de lograr tener una mayor rotación de mercancía y así poder cumplir con un equilibrio entre el nivel de oferta y el de demanda.

El autor en [6] propone el uso de un sistema “PULL”, para la adaptación por lotes, para ayudar en la disminución de los niveles de inventario para poder entregar los pedidos solicitados, en los tiempos establecidos.

El autor toma como ejemplo uno de los artículos que produce la empresa con el que obtuvo lo siguiente “gracias al diagnóstico del VSM (Mapeo de valor) se obtuvo que para su producción se gasta en total 10 días, por lo contrario, con la aplicación de la herramienta Lean se obtuvo un descuento del 50% de tiempo de productividad, es decir 5 días menos en total” [6, pág. 56].

El autor llegó a la conclusión de que la herramienta Heijunka, contribuyó significativamente a equilibrar el nivel de producción de la empresa de café en la distribución por lotes más pequeños, para que se convierta como un referente de cuánta cantidad producir en el tiempo determinado para cada una de las referencias que manejan. [6, 7, 8]

Flores Allemant [9] también hace una propuesta más llevada al control y planificación de sus operaciones de producción. En este caso se propone la aplicación de Heijunka sin antes haber aplicado, como tal, herramientas de la manufactura moderna, pero sí aplicando otros conceptos que son afines a la filosofía de la manufactura esbelta. Para realizar esta mejora, Flores Allemant, inicia con un análisis del proceso actual, para lo cual utiliza herramientas que también se utilizan en la manufactura esbelta como lo son, el diagrama de Pareto, el diagrama causa-efecto y otros más específicos de ingeniería de métodos, como son el diagrama de operaciones y el diagrama de actividades de proceso. Posteriormente, el autor propone la utilización de diferentes herramientas para realizar la mejora esperada, estas son las siguientes; análisis de la demanda, pronóstico de la demanda a través del método de Winter, MRP (Planificación de los requerimientos de materiales), CRP (Planificación de los requerimientos de capacidad) y Heijunka. [9]

A pesar que la mayoría de las herramientas utilizadas en esta propuesta de mejora son de control y planeación de la producción Flores Allemant decide, después de haber realizado la MRP (Planificación de los requerimientos de materiales) y el análisis de capacidad, la implementación de Heijunka para nivelar y dar flujo a la producción, además de adaptarse a una demanda variable, esto con el objetivo de evitar tener pedidos no atendidos debido a la alta variedad de calzado que la misma maneja, Flores Allemant realizó el cálculo de los lotes de Heijunka en 5 pasos los cuales se darán a conocer a continuación.[9,10,11]

Paso 1: realizar el cálculo del pronóstico de demanda para el tiempo establecido, donde Heijunka se utiliza como pronóstico a corto plazo, por lo general se manejan tiempos no mayores a un mes.

Paso 2: calcular MRP (Planificación de los requerimientos de materiales) para el tiempo establecido, que en este caso fue un mes.

Paso 3: partiendo del resultado del cálculo anterior, dar a conocer el MRP que dio una salida semanal de 747 pares de zapatos.

Pasos 4: calcular los lotes Heijunka, teniendo para estos referencia y color de los zapatos a producir por lote.

Paso 5: por último, con el resultado de los lotes Heijunka, definir las OT (ordenes de trabajo) y darles un orden en el cual deben ser ejecutadas para cumplir con los requerimientos de los clientes. [9, 11]

Como se ha evidenciado en el presente artículo el Heijunka es una herramienta que otorga resultados muy beneficiosos, por lo cual es coherente recomendar la aplicación de la herramienta en cualquier tipo de empresa y más en una PYME que quiera mejorar su proceso de producción y a la vez disminuir costes operativos. A pesar de esto, es una herramienta poco usada ya que la aplicación de la misma requiere un alto compromiso por parte de la organización, aunque esto no debe ser un obstáculo o excusa ya que la retribución por tal esfuerzo es alta. [12,13]

4. Conclusiones y recomendaciones

Las empresas que fueron mencionadas en los artículos tomados como referencia para explicar el uso de la herramienta, tienen en su área de producción implementada esta herramienta y en los dos casos mencionados la herramienta ha dado los resultados esperados.

No todas las PYMES hacen uso de esta herramienta ya que prefieren hacer uso de otras herramientas, ya sean o no parte de Lean Manufacturing. [14]

Como se puede ver evidenciado en el segundo ejemplo mencionado, que es una PYME de calzado, para hacer uso de la herramienta Heijunka no es necesario implementar todas herramientas que hacen parte de Lean Manufacturing.

Heijunka es una herramienta que permite reducir tanto tiempos, costos e inventarios, como se vio evidenciado en las aplicaciones mencionadas en el artículo. [12]



Referencias

- [1] V. A. Díaz Sánchez, Propuesta de mejora de procesos en una pyme que, Perú: Repositorio Académico UPC, 2021.
- [2] J. Tapia Coronado, T. Escobedo Portillo, E. Barrón López, G. Martínez Moreno y V. Estebané Ortega, Marco de Referencia de la Aplicación de Manufactura Esbelta en la Industria, México: SCIELO, 2017.
- [3] A. da Silva, Nivelación de la producción de componentes combinados utilizando marcos Heijunka Un estudio en AGCO DO BRASIL, Brasil: UNIJUI, 2017.
- [4] P. V. Souza Santos, NIVELACIÓN DE LA PRODUCCIÓN A TRAVÉS DE LA APLICACIÓN DEL MÉTODO HEIJUNKA, Brasil: JOURNAL OF LEAN SYSTEMS, 2020.
- [5] K. Furman's, MODELS OF HEIJUNKA-LEVELLED KANBAN-SYSTEMS, IFL.
- [6] M. Castañeda Sánchez, Propuesta de mejora del proceso productivo del café en la empresa Techo, Colombia: Repositorio USTA, 2020.
- [7] F. I. Gerson Pereira Araujo, A. L. Giocondo Cesar y P. S. d. A. I. da Silva, APPLICATION OF HEIJUNKA LEVELING IN A MEDICAL DEVICES COMPANY, Brasil: JOURNAL OF LEAN SYSTEMS, 2018.
- [8] S. Bojic, D. Petrov y G. Milosav, Application of simulations and LEAN management in designing, Serbia: ICPLT.
- [9] C. J. Flores Allemant y B. B. Laguna García, Propuesta de implementación de un sistema de planificación y control de operaciones para una MYPE de calzado utilizando inventarios agregados, MRP/CRP y Heijunka, Perú: Repositorio PUCP, 2020.
- [10] H. Zhi Zhuo Hou y R. H. Katayama, Sobre el diseño de heijunka del problema de equilibrio de carga del ensamblaje: algoritmo genético y enfoque combinado de procedimientos de mejora, Japón, 2015.

- [11] S. Wilson, Optimización de la flexibilidad de mezcla en entornos híbridos de fabricación contra stock / fabricación sobre pedido en industrias de procesos, Trinidad y Tobago: Wenjun Xu Wuhan University of Technology, China, 2018.
- [12] A. Dresch, D. R. Veit, P. Nascimento de Lima, D. Pacheco Lacerda y D. Cisco Collatto, Inducir productividad a pymes manufactureras brasileñas con herramientas Lean, Brasil: emerald insight, 2019.
- [13] S. A. Elmoselhy, Faceta estratégica del sistema de fabricación híbrida Lean-Agile en el sector de la automoción, USA: SAE International Journal of Materials and Manufacturing, 2015.
- [14] G. Adamczuk Oliveira, U. K. HuaTan y B. Turmina Guedes, Enfoque magro y verde: Una herramienta de evaluación para el desarrollo de nuevos productos centrada en las pequeñas y medianas empresas, Reino Unido: ScienceDirect, 2018.

Evaluación de la calidad percibida del servicio en atractivos Turísticos de Villa de Leyva

Evaluation of the perceived quality of the service in tourist attractions of Villa de Leyva

Adriana Lucia Rubio Saenz

Ciencias e ingeniería, Ingeniería Industrial, semillero de
investigación LOGyCA, Universidad de Boyacá, [Alrubio@
uniboyaca.edu.co](mailto:Alrubio@uniboyaca.edu.co)

Resumen

Saber el nivel de satisfacción que los turistas tienen respecto a los lugares visitados es muy importante, ya que permite plantear y seguir lineamientos para la toma de decisiones con el fin de mejorar su servicio, lo cual genera un aumento en su economía, por lo tanto, el objetivo de este artículo es dar a conocer los factores que afectan la calidad de los servicios en los atractivos turísticos de Villa de Leyva, basados en una contextualización de la prestación del servicio actual en los lugares en objeto de estudio, una selección del instrumento de medición, su adaptación, y los resultados obtenidos mediante la aplicación del instrumento de medición Servqualing aplicado a una muestra de 384 personas, se hizo uso del instrumento de medición servqualing ya que este agrupa cinco dimensiones para medir la calidad percibida del servicio de manera adecuada, se realiza la validez y fiabilidad del instrumento de medición.

Palabras Claves: Calidad del servicio, economía, satisfacción, escala SERVQUALing, atractivo turístico.

Abstract

Knowing the level of satisfaction that tourists have with respect to the places visited is very important, since it allows to propose and follow guidelines for making decisions in order to improve their service, which generates an increase in their economy, therefore, The objective of this article is to present the factors that affect the quality of services in the tourist attractions of Villa de Leyva, based on a contextualization of the current service provision in the places under study, a selection of the instrument of measurement, its adaptation, and the results obtained through the application of the Servqualing measurement instrument applied to a population sample of 384 people, The servqualing measurement instrument was used since it groups five dimensions to measure the perceived quality of the service in an adequate way, the validity and reliability of the measurement instrument is carried out.

Keywords: Service quality, economy, satisfaction, SERVQUALing scale, tourist attraction.

1. Introducción

En Villa de Leyva el primer sector de la dinámica económica lo constituye la actividad turística pero el turismo está caracterizado por un entorno cultural enriquecido por el patrimonio material e inmaterial, por los recursos arqueológicos y paleontológicos, por el entorno natural y por sus gentes, lo cual es posible desarrollar una actividad competitiva [1] Debido a la importancia que tiene los atractivos turísticos de Villa de Leyva y su atención, se requiere un alto nivel de calidad del servicio en dichos lugares. Lewis y Brooms, describen por primera vez el concepto de calidad de servicio como el ajuste del servicio entregado a los consumidores con sus expectativas [2]. Por tanto, si satisfacer las expectativas del cliente es tan importante como se ha dicho, entonces es necesario disponer de información adecuada sobre los clientes que contenga aspectos relacionados con sus necesidades, con los atributos en los que se fijan para determinar el nivel de calidad conseguido [3]

Desafortunadamente se desconoce los factores que afectan la calidad percibida del servicio en los atractivos turísticos de Villa de Leyva, lo que posiblemente no permite el aumento de turistas y conocer mejoras en la calidad del servicio, por lo tanto en la presente investigación se pretende conocer y evaluar los factores que afectan la calidad percibida del servicio prestado en los atractivos turísticos, mediante la aplicación del instrumento de medición Servqualing y un tratamiento estadísticos de los datos recolectados, con el fin de tener el conocimiento de los factores que afectan la calidad y posteriormente plantear lineamientos para mejorar la calidad del servicio de los atractivos turísticos bajo estudio.

2. Metodología

Para el presente estudio, se utilizó un enfoque mixto el cual se entiende como un espacio en donde se combinan los enfoques cuantitativo y cualitativo, dándole mayor peso a uno u otro. En donde el enfoque cuantitativo en investigación realiza la recolección



de información para la prueba de hipótesis fundamentado en la medición numérica y análisis estadístico y así probar teorías; mientras que el enfoque cualitativo propone emplear la recolección y análisis más subjetivo sobre los aspectos ha estudiar, lo que reconoce que las opiniones y enfoques presentados sean más flexibles [4].

Por lo anterior se considera que un estudio cualitativo debe integrarse a la investigación para que permita realizar un análisis sobre los aspectos que evalúan la calidad del servicio y la satisfacción percibida por parte de los turistas en los atractivos turísticos de Villa de Leyva en objeto de estudio. De igual manera se debe realizar un estudio cuantitativo con diseño de encuesta transversal para evaluar la calidad percibida del servicio a partir del instrumento Servqualing.

Para llevar a cabo la presente investigación es necesario utilizar un instrumento que facilite realizar la investigación, por lo cual, se plantea realizar una adecuación del instrumento Servqual [5] y de la propuesta de [6] y su escala Servqualing, que permitirá conocer las apreciaciones respecto a la calidad del servicio percibido por parte de los clientes que reciben el servicio en los atractivos turísticos de Villa de Leyva en objeto de estudio.

Para desarrollar y lograr los objetivos planteados en esta investigación se tienen las siguientes etapas:

- En la primera etapa se realizó una contextualización del estado actual de los atractivos turísticos de Villa de Leyva objeto de estudio, a través de una matriz DOFA.
- En la segunda etapa se realizó una adaptación del instrumento de medición para la recolección de datos que proporcionaron información detallada sobre percepciones de la calidad por parte del cliente frente al servicio proporcionado por los atractivos turísticos, como instrumento se utilizó la escala Servqualing.
- Como tercero se determinó el tamaño de la muestra, la cual es de 384 turistas; se determinó el tamaño de la muestra con la fórmula estadística para poblaciones infinitas, la cual es aplicada cuando se desconoce el total de unidades de observación que la integran o la población es mayor a 10.000 [7]. En consecuencia, como existe desconocimiento de la población de visitantes que pueden llegar a los atractivos turísticos de Villa de Leyva y la variable principal es de tipo cualitativo se utilizó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 pq}{d^2} \quad n = \frac{1,96^2 * 0,5 * 0,5}{0,05^2} = 384 \text{ Turistas}$$

- En la cuarta etapa se aplicó el instrumento de servqualing a los visitantes de los distintos atractivos turísticos.
- Como quinta etapa se procedió al tratamiento estadístico de los datos recolectados



por medio del instrumento aplicado, de lo cual se tabularán y analizarán por medio de herramientas estadísticas, para poder determinar cuáles son las percepciones de los visitantes (turistas) tienen frente a la prestación del servicio brindado por cada atractivo turístico. Se utilizó como principal herramienta de tratamiento de datos el programa informático SPSS, donde se realizó un análisis descriptivo de los datos recolectados y de igual manera se podrá observar el comportamiento de estos por medio de un análisis factorial, donde por medio de reducción de datos se podrá determinar la correlación que tienen las variables de estudio [8]

- Como sexta etapa y a partir de los resultados obtenidos, se expondrán las falencias y fortalezas con las que cuentan los atractivos turísticos de Villa de Leyva en objeto de estudio y se propondrán lineamientos de mejora.

3. Análisis de resultados

Mediante una matriz DOFA, se logró hacer diagnóstico a cada uno de los atractivos turístico, lo cual se usó como una herramienta para conocer la contextualización de cada uno de los atractivos turísticos bajo estudio. En la Figura 1, se refleja las diferentes irregularidades e inconformidades del servicio ofrecido por los atractivos turísticos bajo estudio (Centro de investigaciones paleontológicas, viñedo Ain Karim, Granja de avestruces) las cuales son: deficiencia de empatía por parte de los guías que prestan el servicio, precios excesivos, ausencia de control en el servicio, inseguridad en las instalaciones, deficiencia de planificación y organización.



Figura 1: Matriz DOFA global de los atractivos turísticos

Figura 1: Matriz DOFA global de los atractivos turísticos

Fuente: Elaboración propia (2021)

Asimismo, al instrumento se le realizó una prueba de fiabilidad a través del alfa de Cronbach, el coeficiente α fue propuesto en 1951 por Cronbach como un estadístico para estimar la confiabilidad de una prueba, o de cualquier compuesto obtenido a partir

de la suma de varias mediciones [9]. Cronbach requiere una sola administración del instrumento de medición y produce valores que oscilan entre 0 y 1. “El valor mínimo aceptable para el coeficiente alfa de Cronbach es 0.7; por debajo de ese valor la consistencia interna de la escala utilizada es baja” [10]. Este valor manifiesta la consistencia interna, es decir, muestra la correlación entre cada una de las preguntas; un valor superior a 0.7 revela una fuerte relación entre las preguntas, un valor inferior revela una débil relación entre ellas. El Alpha Cronbach permite demostrar que la escala cuenta con propiedades métricas para evaluar la calidad percibida del servicio.

La Tabla 1 muestra el coeficiente Alpha de Cronbach de las dimensiones y el total del instrumento, obteniendo un análisis de fiabilidad de 0,918 para el coeficiente global del Alpha de Cronbach, siendo este resultado excelente, lo que refleja una fuerte relación entre las preguntas; dentro de cada dimensión los valores arrojados en tres de ellas son superiores a 0,70 y en una de ellas es inferior a este.

Tabla1: Coeficiente Alpha de Cronbach realizado al instrumento de medición.

Dimensiones	Alfa de Cronbach	No de elementos
Elementos tangibles	0,615	4
Confiabilidad	0,741	5
Capacidad de respuesta	0,770	3
Seguridad	0,736	6
Empatía	0,709	6
Total dimensiones	0,918	24

Elaboración propia.

Luego, se esperan resultados de fiabilidad del instrumento; de igual manera de los factores que afectan la calidad del servicio prestado por los atractivos turísticos, mediante la aplicación del instrumento Servqualing compuesto por una escala que contiene grupos de 24 ítems, los cuales permiten conocer cómo se sienten los clientes después de haber recibido el respectivo servicio en cada atractivo.

4. Conclusiones y recomendaciones

151

- El servicio que brindan los atractivos turísticos de Villa de Leyva bajo estudio, no tiene estándares de calidad altos, dentro de esto se reconoce la ausencia de aplicación de instrumentos de medición del servicio ofrecido, lo cual crea un desconocimiento parcial de las posibles mejoras por parte de los propietarios de estas empresas de atracción turística y esto no permite mejorar la calidad del servicio.
- El instrumento de medición obtuvo un análisis de fiabilidad de 0,918 para el coeficiente global del Alpha de Cronbach, siendo este resultado excelente, lo que refleja una fuerte relación entre las preguntas; esto nos permite observar que el instrumento es confiable, ya que posee un alto grado de precisión o exactitud de la medida.
- Por otro lado, mediante la aplicación del instrumento Servqualing se conocerán los factores que afectan la calidad del servicio, esto permitirá a los atractivos conocer a fondo las falencias que ellos no contemplan a la hora de prestar el servicio y así aplicar mejoras en sus servicios.

Referencias

- [1] Alcaldía de Villa de Leyva, “Plan de desarrollo 2016-2019,” Alcaldía de Villa de Leyva-Boyacá, Vol. 1, pp. 18, 2016.
- [2] V. C, Sánchez, “La calidad del servicio: un recorrido histórico conceptual, sus modelos más representativos y sus aplicaciones en las universidades,” Punto de Vista, IV(7), pp. 58, Julio - Diciembre de 2013.
- [3] C. Ruiz Olalla, “Gestión de la calidad del servicio a través de indicadores Externos,” España: AECA, pp. 30, 2001.
- [4] R. Hernández Sampieri, C. Fernández Collado, & M. d, Baptista Lucio, “Metodología de la investigación” México D.F: McGraw-Hill, vol. 1, pp. 612 2014.
- [5] V. A. Zeithaml, “Consumer perceptions of Price. Quality and value: A Means-End Model and Synthesis of Evidence,” Pp 52, 1988.
- [6] A. A. Mejías Acosta, “Validación de un instrumento para medir la calidad del servicio en programas de estudios universitarios,” Ingeniería Industrial, vol 1, pp 20-25, 2005.
- [7] S. Aguilar Barojas, “Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud,” Salud en Tabasco, vol 11, No (1-2), Pp 1 – 7, 08- 2005
- [8] P. M. Vallejo, “El Análisis Factorial en la construcción e interpretación de tests, escalas y cuestionarios” Upcomillas, vol.1, pp. 15, 2011.
- [9] V. H. Cervantes, “Interpretaciones del coeficiente alpha de Cronbach” Avances en Medición, vol. 3, No 1, pp 9-28, 2005.
- [10] H. Celina, & A. Campo, “Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach” Revista colombiana de psiquiatría, Vol.XXXI, No.004, pp572 – 580, 2005.

VENSIII 2021

**ENCUENTRO NACIONAL DE
SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

PÓSTER

**PROPUESTAS DE
INVESTIGACIÓN**



INVESTIGUEMOS

La industria 4.0 y lean SIX sigma como herramientas de mejora de la productividad de las pymes

Industry 4.0 and lean six sigma as tools to improve the productivity of SMEs

Laura Daniela Vera Ramos ^a,
Natalia Hernández Rodríguez ^b
Diana Carolina Villamil Sandoval ^c

^a Ingeniería, Semillero PROPYLOG, Universidad Militar Nueva
Granada, est.laura.vera@unimilitar.edu.co

^b Ingeniería, Semillero PROPYLOG, Universidad Militar Nueva
Granada, est.natalia.hernan@unimilitar.edu.co

^a Ingeniería, Semillero PROPYLOG, Universidad Militar Nueva
Granada, diana.villamil@unimilitar.edu.co

Resumen

Hoy en día la ingeniería Industrial nos enseña cómo administrar procesos de producción de un servicio o un bien, y dentro de estos se tienen en cuenta factores como costos, calidad y diseño. Lean six sigma es una herramienta que nos ayuda a reducir fallas en los procesos con el propósito de aumentar la rentabilidad y productividad de estos mismos. [1]

Lean six sigma se caracteriza por usar herramientas como Jit, Jidoka, Heijunka, 5's, entre otras, para mejorar procesos de forma ágil, teniendo como objetivo la reducción de los desperdicios. Con la llegada de la industria de 4.0, la implementación de dichas herramientas se ha vuelto más práctica y fácil de implementar. [2]

El presente trabajo tiene como objetivo principal identificar los beneficios que tiene la implementación del Lean six sigma con relación a la Industria 4.0 para mejorar la productividad de las Pymes. Inicialmente, se realizará una breve introducción del lean six sigma y sus herramientas, luego se explicarán las características y beneficios de implementar la Industria 4.0 en cada una de estas herramientas, después se presentarán antecedentes y casos exitosos y finalmente se identificarán las ventajas y desventajas de relacionar el Lean six sigma con la Industria 4.0. en las empresas.

Para el desarrollo de este trabajo se investigó acerca de la industria 4.0 y su relación con Lean six Sigma, los beneficios que obtienen en las Pymes para mejorar su productividad. Para la búsqueda de los documentos se utilizaron las bases de datos de Redalyc, Scince direct, Dialnet, entre otras. Se utilizaron las siguientes palabras claves para realizar una mejor filtración de la información, las cuales son "Lean six sigma", "Industria 4.0", "Rentabilidad", "Mejora de la calidad", "productividad", "profitability" y "Manufacturing Process Improvement", para finalizar se organizó la información en Excel teniendo en cuenta los parámetros: título, autores, año, país, referencias, entre otras.

Palabras clave - Lean six sigma, Industria 4.0, Rentabilidad, Productividad, Desperdicios.

Abstract

Today Industrial Engineering teaches us how to manage production processes of a service or a good, and within these factors such as costs, quality and design are taken into account. Lean six sigma is a tool that helps us reduce process failures in order to increase their profitability and productivity. [1]

Lean six sigma is characterized by using tools such as Jit, Jidoka, Heijunka, 5's, among others, to improve processes in an agile way, with the objective of reducing waste. With the advent of the 4.0 industry, the implementation of such tools has become more practical and easier to implement. [2]

The main objective of this work is to identify the benefits that the implementation of Lean six sigma has in relation to Industry 4.0 to improve the productivity of SMEs. Initially, there will be a brief introduction to lean six sigma and its tools, then the characteristics and benefits of implementing Industry 4.0 in each of these tools will be explained, then background and successful cases will be presented and finally the advantages and disadvantages of relate Lean six sigma to Industry 4.0. in companies.

For the development of this work, industry 4.0 and its relationship with Lean six Sigma were investigated, the benefits obtained in SMEs to improve their productivity. To search the documents, the databases of Redalyc, Scince direct, Dialnet, among others, were used. The following keywords were used to perform a better filtration of the information, which are "Lean six sigma", "Industry 4.0", "Profitability", "Quality improvement", "productivity" and "Manufacturing Process Improvement ", to finish the information was organized in Excel taking into account the parameters: title, authors, year, country, references, among others.

Keywords - Lean six sigma, Industry 4.0, Profitability, Productivity, Waste.

1. Introducción

Lean six sigma es un conjunto de herramientas que buscan reducir la variabilidad de los procesos y dar prioridad a los requisitos de los clientes, su objetivo es eliminar todos los aspectos que impidan que el producto no cumpla con los requerimientos del cliente buscando así reducir al máximo sus defectos en la entrega final del producto. [2]

Busca en general identificar desperdicios como defectos, sobreproducción, esperas, inventario, transportes innecesarios, talento no utilizado, entre otros para obtener algunos beneficios como disminuir la probabilidad de pérdidas, mejorar los canales de comunicación, eliminar desperdicios, los cuales se van a ver reflejados en la disminución de los costos y lo más importante reducir y respetar los tiempos de entrega pactados.

El lean six sigma se puede implementar de forma adecuada a partir del método DMAIC, el cual corresponde a la realización de las siguientes etapas:

1. Definir: Se define el objetivo del proyecto y los requerimientos de los consumidores.
2. Medir: Se miden las variables claves del proceso.
3. Analizar: Se analizan las variables y se determina la causa principal de la variación.
4. Mejorar: Se mejora el proceso eliminando las causas principales.
5. Controlar: Se controla el rendimiento a largo plazo y en futuros procesos.

Por otro lado, la industria 4.0 consiste en interconectar todas las partes de una empresa dando lugar a una automatización efectiva y una empresa más inteligente [3]; está marcada por la aparición de nuevas tecnologías como la robótica, la analítica, el internet de las cosas, los softwares, entre otras, con las características de que son capaces de adaptarse a los requisitos del mercado.



La industria 4.0 permite interconectar las unidades de producción, crear redes de producción digital y utilizar los recursos de forma mucho más eficiente. Con esto se pueden obtener beneficios como menores costos, mayor seguridad, reducción de tiempos, optimización en los niveles de calidad, aumento de competitividad, eficiencia y rentabilidad. [3]

La industria 4.0 por medio de la tecnología como los sensores incorporados o fijados ayudará a obtener los datos de manera más ágil, en más cantidad, de forma más exacta y con más accesibilidad; la integración del Lean six sigma con la industria 4.0 tiene beneficios como: reducir los costos e incrementar el valor del precio en el mercado, eliminar los desperdicios y reducir la carga de trabajo.

Así mismo, para que esta relación se implemente de forma correcta se debe capacitar e involucrar a los trabajadores en el proceso. Estas herramientas permiten analizar los procesos complejos y no complejos de manera más eficiente, con el fin de aprovechar el Big Data, es decir, la gran cantidad de datos y hacer que las operaciones mejoren en su inteligencia artificial, mejoren su calidad, sean más eficientes e identifiquen iniciativas estratégicas.



2. Metodología

Este documento se realizó con la finalidad hacer una revisión acerca de la industria 4.0 y el Lean six sigma en las Pymes, con las herramientas que se están aplicando en la actualidad. Se investigó acerca de las tecnologías y tendencias de la industria 4.0 y los beneficios que adquieren las empresas que implementan estas herramientas.

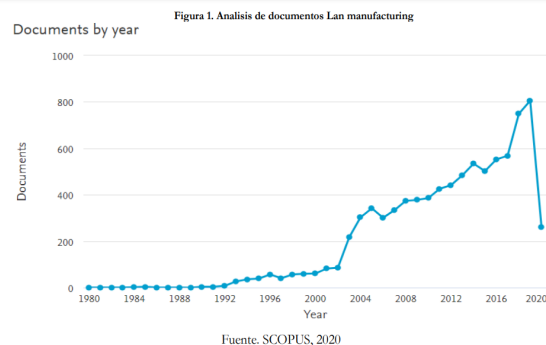
Para la recolección de la información acerca de la industria 4.0 y el Lean six sigma se tuvo en cuenta artículos científicos, revistas, blogs y publicaciones. Esta búsqueda de los

documentos se realizó en las bases de datos de Redalyc, Science direct, repositorio de la Universidad Nueva Granada, Dialnet, Google Académico, entre otros buscadores de tipo científico en donde se encontraron aproximadamente 8.000 artículos; de estos se filtró un periodo comprendido entre 2015 y 2021.

Así mismo se utilizaron palabras clave como criterio de búsqueda las cuales son: “Lean six sigma”, “Industria 4.0”, “Rentabilidad”, “Mejora de la calidad”, “productividad”, “profitability” y “Manufacturing Process Improvement”. Esta búsqueda se realizó en español e inglés dando como resultado un total de 15 artículos de mayor relevancia.

Para organizar la información encontrada, se clasificó en una hoja de cálculo de Excel, con los siguientes parámetros: título, autores, año, país, tipo de documento, revista, palabras clave, resumen, objetivo del texto, sector, conclusiones del texto, observaciones y referencia.

De aquí se desprenden 3 subtítulos de la fundamentación teórica, los cuales son: La industria 4.0 como aporte a la productividad de las pymes, Lean six sigma y su relación con la Industria 4.0 para la mejora de la calidad y Lean six Sigma como herramientas de mejora de la productividad para las pymes



Se observa en la gráfica la búsqueda de SCOPUS sobre publicaciones de Lean Manufacturing, Entre los últimos 40 años, se han publicado 8532 artículos en diferentes países del mundo, en la utilización de las herramientas: 5S, Kaizen, Kanban y SMED. Mostrando un incremento en las publicaciones a partir del año 2000 y en el recorrido del año 2020, las publicaciones de artículos con relación al año 2019, va en un 32.4%. [7]



3. Análisis de resultados

160

Las empresas también tienen beneficios como eliminar los desperdicios en los recursos, la reducción de costos, la eliminación o reducción de los defectos, la mejora en la calidad de los productos o servicios, la reducción en tiempos, mayor seguridad y exactitud en los procesos, la automatización de los datos y procesos. Por otra parte, también se pueden obtener desventajas como la dependencia de la tecnología, la falta de conocimiento y adaptación a los cambios, los costos al inicio de la implementación de estas herramientas, entre otros; Debido a esto las empresas debe proyectar a corto, mediano y largo plazo su presupuesto y sus recursos.

Así mismo, para que las Pymes puedan implementar la Industria 4.0 y el Lean Six Sigma se debe generar un compromiso por parte de todas las partes interesadas, se debe capacitar e informar al personal los cambios orientados hacia la productividad de la empresa y definir las estrategias de la empresa. Luego inicia la implementación de las fases de Lean Six Sigma con ayuda de la recolección de datos y se procede a analizar cada uno de estos. Para finalizar se toman decisiones frente al análisis realizado para la implementación de las herramientas y el mejoramiento continuo de la empresa.

Las herramientas lean six Sigma son más utilizadas en las empresas que se dedican a la transformación de materias primas, es decir el sector industrial, o sectores dedicados al servicio. En los artículos ya mencionados se puede observar que las empresas Nike, Intel, Textron, Ford, entre otras son empresas a nivel mundial que han logrado obtener resultados Satisfactorios al implementar las herramientas Lean; en el caso de Nike, esta empresa implementó indicadores de desempeño y abastecimiento y para poder así disminuir los costos de energía y materias de desperdicios guía.

4. Conclusiones y recomendaciones

La implementación exitosa de la Industria 4.0 y el Lean Six Sigma para mejorar la productividad de las Pymes se obtiene mediante el conocimiento, la voluntad, el aprendizaje y la visión a largo plazo que inicia desde el CEO hasta los trabajadores. Así mismo, se observa que las empresas que implementen esta relación pueden obtener una ventaja competitiva y beneficios como la reducción de costos, el aumento de la calidad de los procesos, el aumento de la productividad y la satisfacción de los clientes.



Las empresas deben innovar en sus procesos productivos, ya que en la actualidad la industria 4.0 va tomando más fuerza y con la ayuda de lean six Sigma las empresas obtendrá resultados más rápidos y de confianza para aumentar su productividad.

Con referente a los artículos investigados se realiza el gráfico 1 en donde se observa que en la actualidad las herramientas más utilizadas en Colombia para mejorar la productividad de las compañías son primero las Six Sigma con el 37%, luego 5'S con 27%, después Kaizen con 17% y para finalizar Kanban y SMED con el 10%. Las herramientas lean six Sigma son más utilizadas en las empresas que se dedican a la transformación de materias primas, es decir el sector industrial, o sectores dedicados al servicio.

161

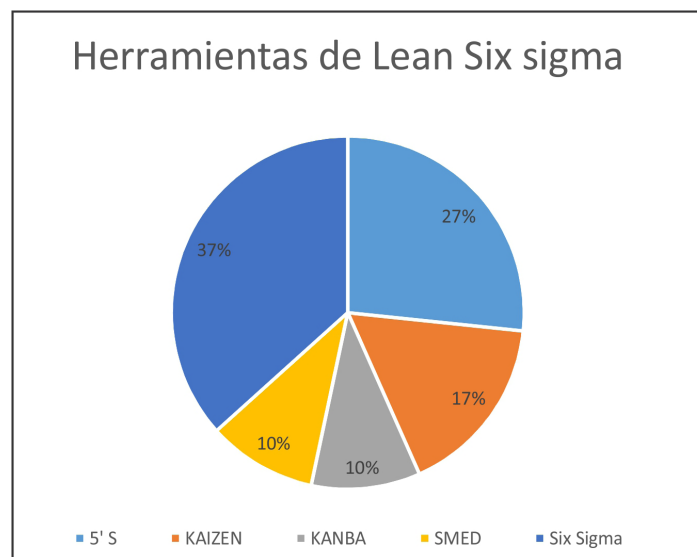


Gráfico 1

Para concluir las empresas deben implementar la técnica o herramienta de Lean six sigma con la ayuda de la industria 4.0 que mejor se adecue a sus necesidades y cumpla con el objetivo de la empresa con el fin de que la empresa tenga una ventaja competitiva y una mejora continua.

Referencias

- [1] “Tipos de ingeniería, ¿en qué consisten cada una de ellas?”, Anahuac.mx, 2021. [En línea]. Available: <https://www.anahuac.mx/mexico/noticias/Tipos-de-Ingenieria>. [Último access: 20- Mar- 2021].
- [2] “Lean Six Sigma: ¿Cómo funciona esta metodología para reducir fallos?”, APD España, 2021. [En línea]. Available: <https://www.apd.es/lean-six-sigma-como-funciona/>. [Último access: 20- Mar- 2021].
- [3] “¿Qué es la Industria 4.0? | Deloitte España”, Deloitte Spain, 2021. [En línea]. Available: <https://www2.deloitte.com/es/es/pages/manufacturing/articles/que-es-la-industria-4.0.html>. [Accessed: 20- Mar- 2021].
- [4] Krishnagudi.com, 2021. [En línea]. Available: <http://www.krishnagudi.com/wp-content/uploads/2017/07/IoT-Six-Sigma-Case-Study.pdf>. [Último acceso: 22- Mar- 2021].
- [5] Repository.ucc.edu.co, 2021. [En línea]. Available: https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/15557/1/2019_herramientas_lean_manufacturing.pdf. [Último acceso: 22- Mar- 2021].
- [6] 3ciencias.com, 2021. [En línea]. Available: https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2018/01/art_14.pdf. [Último acceso: 25- Mar- 2021].
- [7] Repository.usc.edu.co, 2021. [En línea]. Available: <https://repository.usc.edu.co/bitstream/handle/20.500.12421/4739/LEAN%20MANUFACTURING.pdf?sequence=3&isAllowed=y>. [Último acceso: 25- Mar- 2021].
- [8] Ieomsociety.org, 2021. [En línea]. Available: <http://ieomsociety.org/paris2018/papers/170.pdf>. [Último acceso: 27- Mar- 2021].
- [9] “Cuando la industria 4.0 se encuentra con Lean Six Sigma: Una revisión”, 2021. [En línea]. Available: https://www.researchgate.net/profile/Harsimran-Sodhi/publication/338752017_When_Industry_40_meets_Lean_Six_Sigma_A_review/links/5e627577a6fdcc37dd07c905/When-Industry-40-meets-Lean-Six-

Sigma-A-review.pdf. [Último acceso: 27- Mar- 2021].

- [10] S. M. D.-P. D.-C. K. Sung Hyun Park, «New Paradigm of Lean Six Sigma in the 4th Industrial Revolution Era, » 1 Abril 2020. [En línea]. Available: <https://www.qip-journal.eu/index.php/QIP/article/view/1430>. [Ultimo Access: 28 marzo 2021].
- [11] K. B. M. Francisco Damián Córdoba Aparicio, «Implementación De Herramientas Lean Manufacturing E Industria 4.0 Para Minimizar Desperdicios En La Empresa Cilindros Company S.A.S,» 2019. [En línea]. Available:<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827120301566>. [Ultimo Acceso: 28 marzo 2021].
- [12] Images.app.goo.gl, 2021. [En línea]. Available: <https://images.app.goo.gl/XRcqSw4gMTK1G8XV6>. [Ultimo Acceso: 29- Mar- 2021].

El internet de las cosas para la mejora del inventario en Pymes de manufactura

The Internet of Things for Inventory Improvement in Manufacturing SMEs

Luisa Alfonso Medina ^a
Michell Villalobos Rodríguez ^b
Diana Carolina Villamil Sandoval ^c

^a Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Industrial,
Semillero PROPYLOG, Universidad Militar Nueva Granada,
est.luisa.alfonsom@unimilitar.edu.co

^b Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Industrial,
Semillero PROPYLOG, Universidad Militar Nueva Granada,
est.michell.villal@unimilitar.edu.co

^c Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Industrial,
Semillero PROPYLOG, Universidad Militar Nueva Granada,
diana.villamil@unimilitar.edu.co

Resumen

En el entorno actual de competencia entre las PYMES tanto a nivel nacional como internacional, en el desarrollo tecnológico e innovación de procesos, las empresas manufactureras, se ven forzadas a evolucionar o cambiar sus procesos. El internet de las cosas es una parte fundamental del cambio por el que tienen que pasar las empresas, ya que permite optimizar los procesos de fabricación, alcanzar una mayor flexibilidad, eficiencia y generar una propuesta de valor para sus clientes. Por tanto, la idea de este artículo es explorar esta herramienta de la industria 4.0, así como sus aplicaciones en la gestión de inventarios. Para lo cual, se hizo una búsqueda de literatura en bases de datos de buscadores como Google Scholar, Academia.edu y Science Direct, para poder analizar los hallazgos de investigaciones anteriores. Los resultados principales fueron la identificación del entorno de la industria 4.0, gestión de inventarios y el internet de las cosas. En definitiva, se señala la importancia de la adopción de estas tecnologías en la gestión de los inventarios para la competitividad de las PYMES y la necesidad de recurso humano especializado para su desarrollo e implementación.

Palabras Claves— Gestión de inventarios, Tecnologías, Productividad, Internet de las cosas, TICS.

Abstract

In the current environment of competition between SMEs both nationally and internationally, in technological development and process innovation, manufacturing companies are forced to evolve or change their processes. The internet of things is a fundamental part of the change that companies have to go through, since it allows optimizing manufacturing processes, achieving greater flexibility, efficiency and generating a value proposition for their customers. Therefore, the idea of this article is to explore this industry 4.0 tool, as well as its applications in inventory management. For which, a literature search was carried out in search engine databases such as Google Scholar, Academia.edu and Science Direct, in order to analyze the findings of previous research. The main results were the identification of the industry 4.0 environment, inventory management and the internet of things. In short, the importance of the adoption of these technologies in inventory management for the competitiveness of SMEs and the need for specialized human resources for their development and implementation is pointed out.

Keywords— Inventory Management, Technologies, Productivity, Internet of Things, ICT.

1. Introducción

En el presente documento se evidencia cómo diferentes autores han logrado relacionar el internet de las cosas con la gestión de inventarios en las industrias, para ello se tomará en cuenta nueve artículos escogidos como más relevantes después de una investigación documental realizada con las palabras clave, luego se revisará cómo la unión de estos dos temas puede ser enfocada en las Pymes Colombianas de manufactura.

Las pequeñas y medianas empresas (PYMES) en Colombia hoy en día representan el 95 % de las empresas del país, estas juegan un rol clave en la economía ya que aportan el 65% de empleo y el 35 % de la producción nacional, aunque estas microempresas son las que más obstáculos enfrentan en su desarrollo, esta tiene la posibilidad de lograr adaptarse a nuevas tecnologías e innovaciones; llegando a ser un factor clave para el desarrollo empresarial, en su continua evolución.

En los últimos años la mayoría de las PYMES han sido forzadas a evolucionar de manera radical, para lograr adaptarse a diferentes e importantes cambios que se encuentran en su entorno. Muchas veces los principales problemas que enfrentan las PYMES se basan en la gestión de inventarios, con el desarrollo del comercio nacional e internacional; por lo tanto, es necesario un incremento en la rotación de los productos, tipos y cantidades en los almacenes de inventarios. Gracias a su afán de estar evolucionando constantemente y de manera rápida las PYMES optan por construir u obtener grandes almacenes a elevados costos a fin de satisfacer las demandas del mercado sin antes haber realizado un estudio adecuado de cuál es realmente su necesidad, si es mayor capacidad o si es un sistema que apoye en la gestión de flujos de información. En Colombia varias empresas no implementan las TIC'S ya sea por falta de información, desconocimiento o capacidad de inversión. [1]

El Internet de las cosas en la Industria 4.0 ha cambiado el modelo de la gestión de operaciones y logística. La principal contribución del Internet de las cosas a la logística radica en el almacenamiento, el transporte y el inventario para mejorar la eficiencia operativa, la seguridad y la protección, al igual que la competitividad en el sector. Las ventajas de la aplicación de esta herramienta incluyen: seguimiento en tiempo real del

proceso de fabricación, trazabilidad de los artículos en toda la cadena de suministro, evitando escasez y pérdidas, y planificación y colaboración eficaces entre proveedores para reducir problemas de comunicación. La aplicación del internet de las cosas en el inventario está optimizando su predicción y mejorando su gestión a través del monitoreo en tiempo real. Por eso, la contribución del internet de las cosas en la gestión de inventarios, mantenimiento y el transporte podría mejorar la gestión de las piezas o productos de los sistemas de manufactura.

Este documento tiene como objetivo mostrar los beneficios que brindan las innovadoras herramientas de la tecnología al aplicarla a un sistema de inventarios en las Pymes del sector manufacturero.

2. Metodología

Para la elaboración del presente documento se realizó una investigación de diferentes artículos por medio de los buscadores Google Scholar, Academia.edu y Science Direct, en los cuales buscaron las palabras clave: Internet de las cosas, Gestión de inventarios, Tics e Industria 4.0. Los resultados de la búsqueda fueron muy variados. Se seleccionaron documentos tanto en español como en inglés y luego se filtró por año y se decidió escoger los artículos realizados en los últimos tres años.

Revisando la relevancia del título y el contenido de cada documento, se depuró la información hasta llegar a nueve artículos tomados como referentes importantes para el tema.

3. Análisis de resultados

En el artículo de “El entorno de la industria 4.0. Implicaciones y Perspectivas futuras” del instituto tecnológico de Aguascalientes, México en el año 2017 (Berenice, 2017) [2], se indaga sobre investigaciones previas en la implementación de la tecnología en la manufactura especialmente en las Pymes como estrategia para el desarrollo continuo de ventajas competitivas. Este artículo resalta lo importante que sería tener un conocimiento más amplio sobre cuáles son las tecnologías, implicaciones, beneficios esperados en la implementación industrial, Sin embargo se destaca que para lograr estas implementaciones a futuro es importante que se realicen iniciativas gubernamentales al igual que una gran participación de las instituciones educativas para de esta manera

difundir su conocimiento y mantener una debida capacitación sobre las nuevas tecnologías con el fin de adquieran competencias relacionadas con el análisis de datos, la producción asistida por computadora, simulación en línea, programación etc.

168

El segundo artículo que se tomó en cuenta para la realización del documento es “Un modelo de clasificación de inventarios para incrementar el nivel de servicio al cliente y la rentabilidad de la empresa ” de la universidad del norte de Barranquilla, Colombia (Aguilar, 2012) [3], donde el autor compara el modelo propuesto por Hayes y Wheel Wright en 1984 sobre la selección estratégica del modelo de producción más adecuado, de ahí el autor relata que se debe realizar una debida selección del modelo y que esta varía de acuerdo con las ventas, la producción, la moda y hasta la tendencia del momento que afectaría directamente la rentabilidad del negocio mismo a través del margen de beneficio que se obtenga de sus productos. De manera que se deben aprovechar las diferentes metodologías para lograr establecer una adecuada clasificación de inventarios y esto genera una rentabilidad creciente sin deteriorar en ningún momento el nivel de servicio al cliente ni la calidad del producto.

De acuerdo con lo dicho por los dos autores anteriores se enuncian a continuación los principales conceptos relevantes al uso de herramientas como el internet de las cosas en la gestión de los inventarios.

A. Cadena de suministro

La cadena de suministro engloba los procesos de negocios, personas, la organización, la tecnología y la infraestructura física que permite la transformación de materia prima en productos terminados que son ofrecidos y distribuidos a los consumidores para la satisfacción de la demanda [4].

Así, una eficaz gestión de la cadena de suministro involucra el intercambio de información y bienes entre proveedores, clientes, fabricantes y distribuidores. La cadena de suministro actual se ha convertido en el medio para que las empresas puedan mejorar su productividad y competitividad en el sector. La gestión de almacenes es un proceso clave en la cadena de suministro ya que esta es la responsable de la gestión de inventarios, y en la mayoría de veces gestiona las necesidades que tiene cada cliente. Por el cual, una empresa que reduce costos y satisface las necesidades de los clientes, depende de una cadena de suministro bien gestionada, integrada y flexible que se maneja en tiempo real y fluye información de manera eficiente [5].

B. Gestión de almacenes

El objetivo general de la gestión del almacén es garantizar el suministro continuo y oportuno de los materiales necesarios y los materiales de producción para garantizar un servicio rítmico e ininterrumpido. La buena gestión en el centro de distribución o almacén de una empresa depende de la comprensión del tipo de estructura de almacenamiento que posee la empresa. Un centro de distribución se puede definir como la ubicación física (SKU: Unidad de stock) donde una o más empresas almacenan diferentes tipos de bienes o materias primas fabricadas por ellas o compradas a terceros.

Normalmente los centros de distribución no se encuentran en las propias instalaciones de la empresa, sino fuera de ellas, en áreas de fácil acceso y preferiblemente cerca de autopistas, aeropuertos o puertos; esto facilita un rápido recibo y despacho de la mercancía que administran [6].

• Principios para el almacenamiento:

1. Cada material o producto debe colocarse en pasillos, estanterías y espacios señalizados según su clasificación e identificación para facilitar su colocación. La misma posición debe estar marcada en la correspondiente tarjeta de registro y tarjeta de control.
2. Según el sistema existente, toda operación que ingrese o salga del almacén requiere un documento autorizado.
3. Debe mantener registros actualizados de todas las entradas y salidas.
4. Es necesario informar a todos los controles y contabilidad de inventarios. Movimiento de almacén (entrada y salida), planificación de inventario y control de producción.

C. Gestión de los inventarios

Cuando se habla de la gestión de los inventarios se refiere a la administración respecto al ingreso y salida de los insumos, de un producto terminado, o bienes y herramientas que posee una empresa, esta gestión hace parte de la contabilidad de costes siendo un manejo estratégico de toda organización. Entre sus tareas primordiales se encuentran la determinación de métodos de registro, puntos de rotación, formas de clasificación y modelos de inventario, determinados por los métodos de control y busca la coordinación y eficacia en la administración de los materiales necesarios para la actividad.

El buen control de un inventario dentro de la organización evita una gestión inadecuada creando excesos en pedido de materiales o sobreproducción.

- **Planeación de las necesidades y abastecimiento:** El abastecimiento o aprovisionamiento es la función logística mediante la cual se provee a una empresa de todo el material necesario para su funcionamiento. Las necesidades de abastecimiento involucran todo aquello que se requiere para el funcionamiento de la empresa, en cantidades específicas para un determinado periodo de tiempo, para una fecha específica o para completar un determinado proyecto.

D. Errores comunes en la administración de inventarios

Como ya se había mencionado el debido manejo y control de los inventarios de una empresa es una tarea fundamental para su desarrollo y rentabilidad, al realizar un adecuado control de inventarios puede causar grandes errores y consecuencias en cifras de crecimiento. Por lo que se presentará los errores más comunes en el control de inventarios:

- **No anticipar la demanda:** Desconocer cuál será su demanda futura aproximadamente, realizar más cálculos de los niveles de seguridad del inventario, tiempos de espera entre lotes de producción.
- **Administrar los productos de la misma manera:** la distribución de productos de la forma correcta, es algo que toda empresa debe tener claro. En otras palabras, se debe tener los tipos de productos claros y no generalizarlos todos, ya que cada producto no se maneja de la misma manera, por ejemplo: En ventas, rotación y distribución.
- **Personal con falta de entrenamiento:** Personal con poco entrenamiento y sin una idea clara del funcionamiento de un inventario es un error común entre las organizaciones. Gracias a eso los inventarios llegan a ser pocos confiables y con muchos errores para lograr mantener buena información de stock.

La adecuada selección de un modelo de producción no es una decisión concerniente únicamente al entorno de la producción misma, tampoco de la moda o la tendencia del momento, es una decisión crítica que afecta directamente la rentabilidad del negocio mismo a través del margen de beneficio que se obtenga de sus productos. [3]

E. Internet de las cosas

IoT puede ser visto como una combinación de sensores y actuadores que son capaces de proporcionar y recibir información digitalizada y colocarla en redes bidireccionales



capaces de transmitir todos los datos para ser utilizados por una gran cantidad de diferentes servicios y usuarios finales [7]

La Tabla 1 resume las características que debe tener la aplicación del internet de las cosas en los procesos, con el propósito de brindar una idea a las empresas de lo que se involucra en el tema.

171

Monitorización	El entorno externo. Condición del producto, de las operaciones y de su uso.
Control	Controlar las funciones del producto. Personalización de la experiencia del usuario. Programación.
Optimization	Diagnóstico predictivo. El rendimiento del producto de optimización. Reducción de costos.
Autonomía	Mejora autónoma de productos y personalización. Autodiagnóstico y reparación. Operación en coordinación con otros productos.
Proceso de toma eficiente de decisiones	Datos en tiempo real para la toma de decisiones.

Tabla 1 Características de la aplicación del IoT.

Actualmente, la mayoría de las conexiones a Internet en todo el mundo corresponden a dispositivos utilizados directamente por los seres humanos, tales como computadoras y teléfonos móviles. La forma principal de comunicación es un humano. En un futuro no lejano, cada objeto puede ser conectado. Las cosas pueden intercambiar información por sí mismos y el número de “cosas” conectado a internet será mucho más grande que el número de “personas” [8]

El flujo de IoT se puede describir de la siguiente manera:

1. Detección de objetos, identificación y comunicación de objetos de información específica. La información tiene los datos sobre temperatura, orientación, movimiento, vibración, aceleración, humedad, cambios químicos en el aire, etc. dependiendo del tipo de sensores. Una combinación de diferentes sensores que se pueden utilizar para el diseño de dispositivos inteligentes.
2. Activa una acción. La información del objeto recibido es procesada por un dispositivo / sistema inteligente que luego determina una acción automatizada para ser invocada.
3. El dispositivo / sistema inteligente proporciona servicios completos e incluye un mecanismo para proporcionar retroalimentación a la administración sobre el estado actual del sistema y los resultados de acciones invocadas. [8]

La Tabla 2 muestra la aplicación del internet de las cosas en la logística que está directamente asociada con los inventarios.

LOGÍSTICA	
APLICACIÓN	DESCRIPCIÓN
Control de la cadena de suministro	Monitoreo de las condiciones de almacenamiento a lo largo de la cadena de suministro y seguimiento de productos con fines de trazabilidad.
Gestión inteligente del producto	Control de la rotación de los productos en los estantes.
Calidad de las Condiciones de envío	Monitoreo de vibraciones, golpes, apertura del contenedor (precinto electrónico) o el mantenimiento de la cadena de frío.
Ubicación del artículo	Búsqueda de elementos en grandes superficies como almacenes o puertos.
Detección de incompatibilidad de almacenamiento	Generación de advertencias en contenedores almacenando productos inflamables junto a productos explosivos.

Tabla 2 Escenarios principales de aplicación de IoT

El análisis de la información que aquí se presenta sobre el internet de las cosas y la gestión de los inventarios permite tener una visión más amplia de los alcances y beneficios que podría llegar a tener la implementación de esta en las PYMES. Los hallazgos encontrados son concurrentes con estudios previos, en donde se señalan que el internet de las cosas abarca un conjunto de tecnologías que permiten la integración tanto de productos en procesos físicos como digitales interconectados, con redes capaces de transmitir datos valiosos para la organización. Llegando a tener un impacto significativo en la gestión de inventarios.

Así, la aplicación del internet de las cosas podría ser uno de los mayores potencializadores principales de oportunidades como un sistema de manufactura flexible que a través de diversos dispositivos podrían generar grandes volúmenes de datos o información valiosa, los que se transferirán a la nube y se procesarán con distintos sistemas. También, la información y los servicios podrían ser accedidos fácilmente con cualquier aparato tecnológico desde cualquier parte y al mismo tiempo un generador de ventajas competitivas para las PYMES, ya que, aparte de facilitar una mayor integración de la cadena de suministro, también permitirían reducir la incertidumbre, los ciclos de vida, los inventarios y propiciarán una mayor colaboración entre todos los que participan en la cadena de valor.

Teniendo esta perspectiva, se espera que gracias al internet de las cosas y toda la tecnología de la información se logre incrementar la interacción entre trabajadores y máquinas, lo que modificaría la manufactura para una producción más flexible, eficiente, de menor costo, y más sustentable, al igual que una cadena de valor mejor integrada con beneficios importantes en la eficiencia operacional, productividad y competitividad y por tanto en la rentabilidad organizacional.

4. Conclusiones y recomendaciones

Los resultados de la investigación dan respuesta al objetivo planteado al encontrar en la revisión de literatura información que permite definir los términos del internet de las cosas y la gestión de inventarios con el fin de relacionarlos. Dada la importancia que estos tienen en la manufactura, la formación de capital humano y en los nuevos modelos de negocio que se desarrollan actualmente, la información sobre los avances y beneficios, son elementos clave para sentar las bases de conocimiento y soporte que permitan dar a conocer a los empresarios sobre la importancia de que implementen esta herramienta 4.0 en su organización, ya que es el medio por el cual se puede impulsar

la productividad y competitividad de las organizaciones, especialmente las PYMES en Colombia; considerándose como aspectos tecnológicos que de no implementarlos pueden significar la diferencia para muchas de estas empresas, la decisión está entre si desean permanecer o no en el mercado y si acceden a nuevas oportunidades de negocio en un entorno altamente globalizado y competitivo.

Para finalizar, y teniendo en cuenta que este estudio hace una revisión de la literatura citada sobre el internet de las cosas y la gestión de los inventarios; se concluye que ésta se encuentra aún en etapa de desarrollo, por lo que deberá continuar con su estudio para teorizar la misma. Para Colombia, el proceso de adopción de la digitalización en las PYMES es aún incipiente, debido a la brecha tecnológica, al rezago de conectividad (IoT), así como a los aspectos de ciberseguridad y talento especializado asociado, falta de información, capacidad de inversión, falta de apoyo, entre otros. Sin embargo, deberán hacer esfuerzos para trabajar en su fortalecimiento ya que las PYMES representan el 95 % de las empresas del país y estas han sido forzadas a evolucionar de manera radical, para lograr adaptarse a diferentes e importantes cambios que se encuentran en su entorno.

Para investigaciones futuras, se recomienda profundizar en el área de investigación del conocimiento de cada una de las tecnologías de la industria 4.0., especialmente en el internet de las cosas, sus implicaciones, efectos y su relación con la manufactura, y explorar las iniciativas que han tenido otros países para impulsar la Industria 4.0, el desarrollo tecnológico en el país y revisar casos de éxito que permitan continuar difundiendo su conocimiento e incidiendo en las ventajas de su adopción en las PYMES.



Referencias

- [1] S. Keinvanpour - D. Ait Kadi. (2019). The Effect of “Internet of Things” on Aircraft Spare Parts Inventory Management. Sciencedirect Recuperado de <https://www-sciencedirect.com.ezproxy.umng.edu.co/science/article/pii/S2405896319315435>
- [2] Berenice, C. (Ed.). (2017). El entorno de la industria 4.0. Implicaciones y Perspectivas futuras. Conciencia Tecnológica, (54), 19. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/944/94454631006/94454631006.pdf>
- [3] Aguilar, P. A. (2012). Un modelo de clasificación de inventarios para incrementar el nivel de servicio al cliente y la rentabilidad de la empresa. Pensamiento y Gestion, 1(32), 24. <https://www.redalyc.org/pdf/646/64623932007.pdf>
- [4] PILOT, Claves de la Supply Chain. Available: http://www.aragonempresa.com/descargar.php?a=50&t=paginas_web&i=391&f=0056036a047adb428cbd8ff1a7da532f
- [5] Price water house coopers. Manual Práctico de Logística. A vailable:http://www.aragonempresa.com/descargar.php?a=50&t=paginas_web&i=390&f=478c757ef7e3f646fcbbd1c277e5a330
- [6] J. G. Arrieta Posada, Aspectos a considerar para una buena gestión en los almacenes de las empresas (Centros de Distribución, CEDIS), Journal of Economics, Finance and Administrative Science, vol. 16, pp. 83-96, 2011.
- [7] Charith Perera et. al. (2014). Sensing as a Service Model for Smart Cities Supported by Internet of Things. Transactions on Emerging Telecommunications Technology 25 (1): 81–93.
- [8] L. Tan, “Future internet: The Internet of Things,” 2010 3rd Int. Conf. Adv. Comput. Theory Eng., pp. V5–376–V5–380, Aug. 2010.
- [9] Bonilla-Fabela, Isaías., Tavizon-Salazar, Arturo, Morales-Escobar, Melisa., GuajardoMuñoz, Luz Tania. & Laines-Alamina, Cristina Isabel .. (16 de Mayo de2016). IOT, EL INTERNET DE LAS COSAS Y LA INNOVACIÓN DE SUS APLICACIONES. ResearchGate Recuperado de http://www.track2iot.com/documentos/iot_el_internet_de_las_cosas.pdf

Evaluación del impacto en la salud de los habitantes del municipio de Sibaté, Cundinamarca causado por la producción de asbesto

Evaluation of the impact on the health of the inhabitants of the municipality of Sibaté, Cundinamarca caused by the production of asbestos

Laura Valentina Calle Ávila ^a
Sara Fernanda Manrique Ahumada ^a
Juan Sebastián Vélez Arenas ^a

^a Grupo de Investigación GISPA, Semillero Ingeusta,
Universidad Santo Tomás, Tunja, Colombia

1. Introducción

Se dice que “El asbesto es un mineral no metálico catalogado como un contaminante ambiental y ha sido utilizado en distintas industrias para la elaboración de materiales como tejas, tanques, frenos y textilería” [1] La exposición del asbesto en las personas puede provocar asbestosis, la cual es una enfermedad inflamatoria que afecta los pulmones, causando dificultad para respirar, tos y daño permanente al pulmón, por lo que puede causar cáncer de pulmón o mesotelioma. De acuerdo con las estimaciones hechas por la Organización Mundial de la Salud cada año mueren en el mundo más de 100.000 personas por enfermedades relacionadas con el asbesto [2]. Por esto, en esta investigación se evaluará el impacto en la salud de los habitantes del municipio de Sibaté, Cundinamarca. Causado por la producción de asbesto, el cual ha sido de gran importancia para la economía del municipio.

2. Problema de investigación

En Colombia la Ley 168 de 2019, prohíbe el uso del asbesto y establece garantías de protección a la salud de la ciudadanía, dicha norma prohíbe la explotación, producción, comercialización, importación, exportación y distribución de cualquier variedad de este mineral o productos derivados en Colombia, no obstante, no aplicará al asbesto instalado en el país antes del 1 de enero de 2021. Por lo tanto, teniendo en cuenta que las enfermedades asociadas a este silicato se presentan después de 10 años nos preguntamos ¿Cuál es la relación entre el manejo del asbesto, e incidencia de mesotelioma y otros tumores malignos del tracto respiratorio en la población del municipio de Sibaté Cundinamarca? ¿Cuál es el impacto en la salud de los habitantes del municipio de Sibaté, Cundinamarca causado por la producción de asbesto?

178

3. Justificación

Sibaté es un municipio ubicado en el departamento de Cundinamarca, una de sus principales actividades económicas es la industria del asbesto. Los datos estadísticos evidencian que hay 125 millones de personas expuestas a nivel laboral a este silicato, sin embargo no son los únicos afectados, pues muchos de los habitantes de Sibaté sin tener exposición directa al asbesto han tenido complicaciones pulmonares y demás enfermedades asociadas, se estima que la mitad de las muertes por cáncer en el mundo corresponden a la utilización por esta fibra (3); es por esto que se ha decidido evaluar cuál es el impacto de dicho componente en los habitantes del municipio y que soluciones se pueden proponer al respecto de esta situación.

4. Objetivos

Objetivo General:

Evaluar el impacto en la salud de los habitantes del municipio de Sibaté, Cundinamarca causado por la producción de asbesto

Objetivos específicos:

- Hacer una revisión bibliográfica en diferentes bases de datos, Scopus, Web of Science y google académico.
- Recopilar información de testimonios de habitantes del municipio de Sibaté.
- Realizar una revisión de los diferentes productos que podrían llegar a sustituir al asbesto.

5. Metodología

- Utilizar fuentes de datos primarias y secundarias para la recopilación de información (Web of Science, Scopus y google académico).
- Entrevistas a habitantes de Sibaté, Cundinamarca.



- Aplicación de herramienta de evaluación del impacto a la salud generado por el asbesto en los habitantes del municipio de Sibaté, Cundinamarca.
- Investigar en fuentes secundarias productos que pueden sustituir al asbesto.

6. Resultados obtenidos o esperados

Se espera dimensionar el impacto a la salud generado por el asbesto en los habitantes del municipio de Sibaté, Cundinamarca. Así como también, tener un abanico de posibilidades de productos que pueden llegar a sustituir al asbesto para sus diversos usos.



Referencias

- [1] Barragán Alvarado, M. F., & González Mayorga, N.K. Contaminación por asbesto y su relación con la incidencia de melotelioma y otros tumores malignos del tracto respiratorio en la población del municipio de Sibaté Cundinamarca el periodo de 2007-2015. 2017
- [2] Quesada Zarate, M. F., & Perdomo Aldana, J.C. Exposición a asbesto: efectos en la salud y legislación sobre su uso (Doctoral dissertation, Universidad del Rosario). 2017
- [3] OMS. Eliminación de Enfermedades Relacionadas con el Amianto. [Online].; 2006 [cited 2016 Marzo 16]. Available from: HYPERLINK: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs343/es/> 2016



**Estimación económica del
beneficio de la implementación
de las tecnologías de la industria
4.0 en las empresas del sector de
producción del acero en el corredor
industrial de Boyacá**

**Economic estimate of the benefit of
the implementation of industry 4.0
technologies in companies in the
steel sector of the Boyacá industrial
corridor**

Andrés Alejandro Fernández Rosas ^a
Alba Dayana Guevara Carreño ^a
Nubia Alexandra Castelblanco Buitrago ^a
Tatiana Rodríguez ^a

^aGrupo de Investigación GISPA, Semillero In2nova, Universidad
Santo Tomás, Tunja, Colombia

Introducción

La cuarta revolución industrial o también denominada industria 4.0 se viene convirtiendo en una nueva ola de desarrollo empresarial a escala global, cuyas características y potencialidades no tienen precedentes. Sin embargo, en los países en vía desarrollo este concepto aún se siente distante, inalcanzable e incluso innecesario, dado del contexto propio del mercado. En efecto, existen muchas empresas que no reconocen la potencialidad de la aplicación de esta tecnología dentro de su entorno, el cual es altamente dependiente del mercado local. La presente investigación busca esclarecer estas dudas para un sector clave del desarrollo de la economía Boyacense, como es el siderúrgico. En particular, se busca estimar la viabilidad económica de la implementación de las tecnologías de la industria 4.0 en las empresas de este sector en el corredor industrial del departamento de Boyacá, por medio de la aplicación de un diagnóstico del nivel de implementación, la estimación de requerimientos de la aplicación de la tecnología y de los beneficios netos esperados, así como la posterior valoración de la viabilidad financiera de dicha implementación.

Problema de investigación

Existen múltiples barreras que impiden la entrada de la industria 4.0 a países en vía de desarrollo: la falta de actualización y madurez tecnológica, la producción basada en bajos costos de mano de obra, menor integración de la cadena de suministro de la industria manufacturera, bajas inversiones en investigación y desarrollo, entre algunas otras [1]. Adicionalmente, existe un gran desconocimiento sobre las implicaciones de la industria 4.0, así como de sus beneficios potenciales [2]. En efecto, este último componente es uno de los desafíos a superar por parte de muchas de las grandes empresas con importancia estratégica para el desarrollo de la región, como lo son las empresas del sector del acero en Boyacá. La viabilidad de la aplicación de la industria 4.0 a este tipo de organizaciones representa una gran incógnita, especialmente por la incertidumbre asociada con sus beneficios potenciales. En la actualidad, no existe un análisis que estime la viabilidad

financiera de la aplicación de este tipo de tecnología en las empresas de este importante sector de la economía Boyacense.

Objetivos

183

General: Estimar la viabilidad económica de la implementación de las tecnologías de la industria 4.0 en las empresas del sector de producción del acero en el corredor industrial de Boyacá.

Específicos:

1. Diagnosticar los niveles de implementación de la industria 4.0 en las industrias de análisis
2. Valorar los requerimientos tecnológicos y los beneficios económicos esperados de la implementación de la industria 4.0 en las industrias objeto de estudio
3. Estimar la creación de valor esperada producto de la aplicación de la tecnología 4.0 en las industrias de análisis

Justificación

En la medición de competitividad latinoamericana del año 2020 Colombia se encontraba en el 4° [3], no obstante, para poder mantenerse y/o mejorar esa posición se debe tener en cuenta la importancia de desarrollar algunos sectores estratégicos para la economía.

En el plan de desarrollo “prosperidad para todos” se ha definido la siderúrgica, como uno de los “sectores que tienen una alta demanda en la economía global y donde Colombia tiene la oportunidad de tener un mayor crecimiento” [4]. Además del hecho de que el Sector Metalmecánico es uno de los más representativos del país, ya que el Clúster Metalmecánico de Boyacá fabrica productos de aleación, fundición y micro fundición y alta tecnología en la producción de carrocerías para transporte de pasajeros y de carga [5]. El sector de producción y transformación del acero de Boyacá tiene una gran importancia a nivel nacional, por ende, se debe tener un constante análisis de cada una de sus partes, esto con el fin de buscar una mejora continua en cada uno de sus procesos. La valoración económica del beneficio de la implementación de la industria 4.0 permitirá reconocer y cuantificar el potencial beneficio de esta implementación.

Estos resultados permitirán tener bases sólidas para la toma de decisiones frente a la adopción de esta tecnología, además de ser una posible guía para futuras investigaciones de implementación en otros sectores estratégicos del orden departamental y nacional.

184

Metodología

El método aplicado en el presente estudio se basa en el trabajo planteado por Liebrecht et al. [6], en que se describe una metodología que soporta las decisiones para la implementación de métodos de industria 4.0, mediante las siguientes tres fases:

1. Limitación de métodos pertinentes basados en la tipología de producción: en el que se determina el proceso para seleccionar métodos relevantes para proporcionar una descripción general,

2. Derivación de escenarios de implementación beneficiosos: en el que se evalúa estratégicamente una perspectiva económica de cada dato de la empresa como sus características, enfoques y entorno y 3. Simulación de implementación: en el que se parte del análisis tanto de la dimensión monetaria como estratégica teniendo en cuenta diferentes parámetros como la Intensidad de implantación regido por cada empresa y disponibilidad tecnológica generado por los métodos individuales. Cada fase permite realizar una evaluación orientada al beneficio neto y al esfuerzo fruto de los requerimientos tecnológicos de la industria 4.0 [6]

Resultados obtenidos o esperados

Debido a la importancia, a nivel nacional, del departamento de Boyacá, en el sector de producción del acero, se pretende determinar los diferentes requerimientos tecnológicos, basados en los métodos de la industria 4.0, aplicables a cada uno de los modelos establecidos por las empresas; mediante una evaluación de factores claves en el proceso productivo, tales como costos, calidad, tiempos, entre otros. De este modo, poder valorar de forma objetiva los posibles beneficios ante una eventual aplicación de dichas tecnologías.

Se busca estimar los impactos económicos favorables, a través de indicadores como el diagnóstico de la aplicación de tecnologías de la industria 4.0 en el área de análisis, con el fin de aportar una perspectiva de valor a las empresas de dicho sector.

Se espera ser una referencia clara para las industrias de análisis, y de este modo brindar mayor información a las empresas de dicha área acerca de la implementación de tecnologías 4.0, con el propósito de incentivar dicha aplicabilidad.

Se busca estimar la viabilidad económica de la implementación de las tecnologías de la industria 4.0 en las empresas del sector de producción del acero en el corredor industrial de Boyacá.



Referencias

- [1] L . Da Xu, E. L. Xu & L. Li. Industry 4.0: state of the art and future trends. International Journal of Production Research, 2018, Nº 8, p. 2941-2962. doi:10.1080/00207543.2018.1444806.
- [2] Y. Lu. Industry 4.0: A Survey on Technologies, Applications and Open Research Issues. Journal of Industrial Information Integration. 2017. Volume 6, June 2017, Pages 1-10. doi:10.1016/j.jii.2017.04.005
- [3] Financial Advisory – Infrastructure & Capital Projects (I&CP) Centro América., «Deloitte, » octubre 2019. [En línea]. Available: https://www.tec.ac.cr/sites/default/files/media/doc/deloitte-reporte-global-competitividad_2019.pdf.
- [4] UPTC, «Repositorio UPTC,» [En línea]. Available: <https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/1441/2/TGT-190.pdf.pdf>.
- [5] FERIA AERONÁUTICA INTERNACIONAL - COLOMBIA, 27 agosto 2021. [En línea]. Available: <https://f-aircolombia.com.co/es/contenido/363/Corredor-industrial-de-Boyaca-eje-de-desar>
- [6] C. Liebrecht, M. Kandler, M. Lang, S. Schaumann, N. Stricker, T. Wuest, G. Lanza. “Decision support for the implementation of Industry 4.0 methods:



VENSIII 2021

**ENCUENTRO NACIONAL DE
SEMILLEROS DE INVESTIGACION
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

PÓSTER

**PROYECTOS
EN CURSO**



INVESTIGUEMOS

Asocanitas análisis lógico de un sistema de recolección de reciclaje en c++

Asocanitas logical analysis of a recycling collection system in c++

Karen Pabón Rivera¹,
Nicole Ortiz Gaona³,
Jhon Palomino Parra³

Grupo de investigación NACOTA, Semillero TURING,
Universidad Santo Tomás Sede Villavicencio, Colombia,
investigacionindustrialvillavo@usantotomas.edu.co

Introducción

La asociación con canitas es uno de los principales centros de recolección de material reciclable (plástico, cartón, metal) en la ciudad de Villavicencio. Allí laboran personas en condiciones especiales, que encuentran en esta labor una alternativa para generar ingresos; como en toda organización se presentan problemas en diferentes aspectos, tales como, procesos de recolección, insumos (vehículos) y/o la logística implementada, en este sentido, Asocanitas no es una excepción. Por tal motivo, siguiendo los estándares tecnológicos que contribuyen a la optimización de procesos, se implementaron modelos de programación lógicos para generar una interpretación activa de la organización y procesos de recolección presentes en la asociación de forma sistematizada, a fin de brindar soluciones pertinentes a las problemáticas planteadas, por medio del modelado de programas en lenguajes y herramientas de programación y diseño.

Problema de investigación

En Villavicencio existen entidades encargadas de realizar labores de reciclaje constituidas por personas con discapacidades, adultos mayores y madres cabeza de familia, tal es el caso de Asocanitas, en donde se presentan algunos factores que limitan el correcto desarrollo de las actividades laborales que realizan estas personas en el área urbana contribuyendo a un desarrollo ambiental, social y económico en la recolección de los materiales de reciclaje. Estas problemáticas han afectado aspectos ergonómicos, de sanidad y procesos que tienen que afrontar diariamente los recicladores para generar un sustento.

Justificación

190

El proceso de reciclaje se fundamenta en prolongar el ciclo de vida de un producto, por lo tanto, las personas que participan en dicha actividad son importantes para contribuir al bienestar social y ambiental, por consiguiente, es fundamental velar por condiciones laborales óptimas que les permitan llevar a cabo sus actividades de manera eficiente y segura. Debido a esto, es viable sistematizar dichos procedimientos por medio de la programación, que a partir de parámetros lógicos se logra modelar en herramientas como Pseint y el lenguaje C++ la codificación pertinente de programas que son útiles para los trabajadores de la asociación

Objetivos

Objetivo General

- Determinar el proceso de recolección de material reciclado por la empresa Asocanitas.

Objetivos específicos

- Identificar los pasos requeridos para cada uno de los recolectores en las diferentes rutas de la ciudad de Villavicencio.
- Comparar los diferentes modelos generados por Pseint y llevaos a un lenguaje de programación C++.

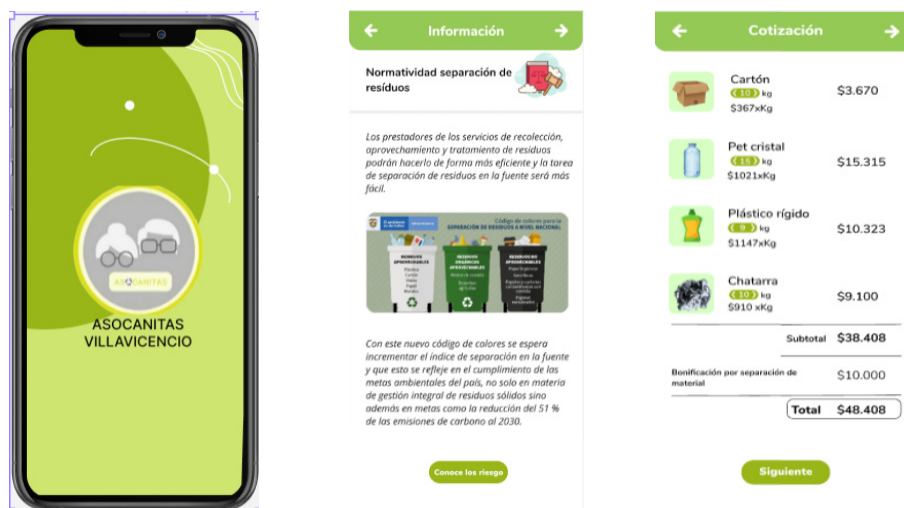
Metodología



Resultados obtenidos o esperados

Mediante el pseudocódigo realizado en Pseint y posteriormente, la codificación en el lenguaje de programación orientada a objetos, denominado C++, se obtuvo una ejecución lógica y congruente para las personas a las que va dirigida la investigación, logrando en ese sentido cumplir con la normatividad vigente y las buenas prácticas laborales en el sector del reciclaje. el diseño de la aplicación móvil, le permite al trabajador iniciar y desarrollar los procesos de su jornada laboral atendiendo a los requerimientos ergonómicos, de seguridad y salud en el trabajo y el control de sus finanzas, lo mencionado anteriormente, se efectúa a través de la ayuda asistente virtual llamada “Sara” que lo guiará en su recorrido; generando una optimización de los recursos y permitiendo que el espectro tecnológico contribuya a mejorar el trabajo de los recicladores.

191



Agradecimientos

Asocanitas



Referencias

- [1] Minambiente, “Colombia iniciará el 2021 con nuevo código de colores para la separación de residuos”, 2021.
- [2] Asocanitas, Asociación de recicladores con canitas de Villavicencio, Asocanitas. <http://noticias.asocanitas.com/inicio/>
- [3] Bustamante Echavarría, A., & Molina Ayarza, V. Diseño de un vehículo eficiente para la recolección y transporte de material reciclable. Universidad EAFIT, 2010.



HEW - filtro de agua a base de carbón activado

Hew - activated carbon-based water filter

Camila Suarez Hernandez ^a,
Gisell Valentina Machado Huertas ^b,
Paola AndreOtalvaro a Orjuela ^c
Christian Andrés Palomino Naranjo

^a Ing. Industrial, TURING, Universidad Santo Tomás
Villavicencio, camila.suarez@usantotomas.edu.co

^b Ing. Industrial, TURING, Universidad Santo Tomás
Villavicencio, gisellmachado@usantotomas.edu.co

^c Ing. Industrial, TURING, Universidad Santo Tomás
Villavicencio, paolaotalvaro@usantotomas.edu.co

Resumen

La investigación desarrollada a partir del suministro hídrico que cuenta el departamento del Meta, para que las poblaciones de escasos recursos cuenten con un buen suministro de agua potabilizada, con el fin de cumplir con los objetivos de las naciones unidas para el desarrollo sostenible. El cual presenta el objetivo número 6 (agua limpia y saneamiento) donde se busca la implementación mínima de contaminación al medio ambiente, donde se busca reciclar a partir del caucho de las llantas usadas de los autos, debido a que este contiene un componente importante llamado “carbón activado”, sin embargo, se debe tener en cuenta la trituración de sus propiedades y pasos estrictos para hacer la activación del mismo correctamente. Y, no obstante, aquellos pasos que se deben realizar a la hora de potabilizar el agua posteriormente este proceso de potabilización del agua, puede estar lista para su consumo y/o comercialización.

Palabras Claves— Carbón Activado, Filtros de Agua, Potabilización.

Abstract

This project has been developed from the water supply that the department of Meta has, implementing that the populations of scarce resources have a good supply of purified water in order to meet the objectives of the United Nations for sustainable development. Which presents objective number 6 (clean water and sanitation) where the minimum implementation of pollution to the environment is sought. Where it is sought to recycle the rubber of used car tires because it contains an important component called “Activated carbon”. However, the crushing of its properties and strict steps must be taken into account to activate it correctly. And nevertheless, those steps that must be carried out when making the water drinkable, after this process of making the water drinkable, can be ready for consumption and/or commercialization.



1. Introducción

El diseño de filtros de agua a base de carbón activado pretende dar solución a una de las problemáticas del pequeño porcentaje de población que cuentan con el recurso de agua purificada; debido a que estos no cuentan con una vía que les permita conseguir un buen sustento de agua potabilizada; gracias a lo anterior, partimos de esta problemática y dar solución, relacionando frente a esto el recurso hídrico como una fuente de vida para el ser humano por esta razón se plantea el uso de la llantas para la reactivación de carbón activado. Tomamos referencias el agua suministrada para los domicilios de la ciudad de Villavicencio, donde queremos implementar nuestro producto de filtros de agua y lograr que los ciudadanos obtengan el buen sustento de agua potabilizada.

2. Metodología

Durante la investigación se analizaron varios tipos de filtros para tener un conocimiento pleno sobre la mejor operación del agua potable, siendo uno de una manera industrial con materiales oxidantes como puede ser el cloro, propileo, medios granulares, osmosis inversa, ozono, y rayos Uv. En los filtros comerciales se utilizan elementos como; Ag, Cl, Cu y Si. Debido a que poseen una gran capacidad de absorción a microorganismos no deseados.

Para este proceso se ha desarrollado una revisión bibliográfica de los tipos de filtros de agua, evaluando su portabilidad, materiales de fabricación y costos de los mismos. Durante esta fase se ha determinado que el carbón activado es un material de fácil acceso el cual permite la retención de partículas contaminantes que puedan ser perjudiciales para la salud.

Teniendo en cuenta esta parte se desarrollan pruebas de laboratorio haciendo la activación de carbón vegetal haciendo uso de una mufla y elevando la temperatura a 950oC dando así una consistencia particulada la cual será tamizada para luego hacer



las mediciones mediante microscopía óptica y así hacer una caracterización del mismo. Paralelamente a esta actividad se desarrollan los diseños conceptuales de la geometría del filtro para así evaluar su tamaño y portabilidad pensando en ser usado en regiones donde el agua potable es de difícil acceso para las poblaciones vulnerables.

En las figuras 1 y 2 se puede evidenciar el proceso de activación del carbono mediante una mufla la cual se encuentra en el laboratorio de metalografía de la sede Villavicencio.

Una vez realizado este proceso se realizarán pruebas de purificación con Metileno para evaluar el proceso de activación y así desarrollar más procesos de caracterización.

Evidencia fotográfica



FIGURA 1
(Introducción del carbón a la mufla)



FIGURA 2
(Enfriamiento)

“El carbón activado es un material con un alto grado de porosidad y un área superficial extendida. Más del 90% de la masa del carbón activado consiste en el elemento atómico conocido como carbono. El carbón activado es un adsorbente versátil que encuentra un amplio uso en la ecología, las industrias y otros campos, para la retención, recuperación, separación y modificación de una variedad de especies en aplicaciones en fase líquida o gas” [1]

Referencias

- [1] Carbotecnia. (2021, 22 de julio). Carbón poroso – ¿Cómo purifica el carbón activado? <https://www.carbotecnia.info/aprendizaje/carbon-activado/carbon-poroso-como-purifica-el-carbon-activado/>

Mejoramiento continuo en la empresa Amoblarte, bajo el enfoque metodológico Lean Six Sigma

Continuous improvement in the Amoblarte company, under the Lean Six Sigma methodological approach

Andrea Yeraldine Agudelo Quiroga ^a
German Ivan Rincon Sandoval ^a

^a Grupo de investigación LOGyCA (Logística, Operación, Gestión y Calidad) del programa de ingeniería industrial de la Facultad de ciencias e ingeniería de la Universidad de Boyacá,

Introducción

La presente investigación parte desde las necesidades que las organizaciones a nivel nacional e internacional están presentando debido al dinamismo en los mercados, en donde los consumidores están más informados, por lo que buscan empresas que satisfagan e incluso superen sus expectativas, es ésta evolución permanente del entorno la que según Franco et al. (2017) está generando retos a las organizaciones con el fin de sobrevivir a dichos mercados, en este sentido se plantea un enfoque metodológico para la implementación LSS en base a cuatro fases en las que se comprende la exploración inicial que involucra el estado actual de la organización; identificación de defectos y desperdicios; ejecución alineada a las etapas de definir, medir, analizar, mejorar y controlar los focos de mejora de los procesos, para luego estandarizar las mejoras alcanzadas; toda esta estructura tiene la finalidad de mejorar la calidad en la cadena de suministro, generar satisfacción a los clientes y a las partes interesadas, y disminuir la variabilidad de los procesos. Finalmente, este documento está estructurado en tres partes, iniciando con el planteamiento metodológica de la investigación, posteriormente se presentarán los resultados alcanzados, y finalmente la discusión de dichos resultados.

Problema de investigación

En la actualidad las organizaciones de todos los tamaños se ven enfrentadas a mercados globalizados y cambiantes en los que se requieren de metodologías estructuradas, que muy pocas pequeñas y medianas empresas tienen. Según Roselín (2017) reconoce el impacto que tienen especialmente las pequeñas y medianas empresas. Las nuevas dinámicas de mercado son preocupantes, en Colombia las pequeñas y medianas empresas representan el 90% del total de empresas del país, producen el 30% del PIB y emplean más del 65% de la fuerza laboral nacional, pero solo la mitad de estas sobreviven al primer año y cerca de un 20% lo hace al tercero (Redacción económica, 2020). La presente investigación toma como referente las problemáticas sopesadas de la pequeña y mediana empresa Amoblarte en la ciudad Tunja, cuyos inconvenientes giran



en torno a la incapacidad de generar productos con estándares de calidad definidos, es decir, la empresa no cuenta con un sistema de control de calidad que le permita la toma de decisiones y retroalimentar las operaciones oportunamente, para poder abrirse a nuevos mercados.

Justificación

La metodología Lean manufacturing y Six sigma busca la mejora continua de los procesos productivos en las empresas por medio de la reducción de despilfarros, mejoramiento de los flujos y defectos dentro de la organización (Schroeder et al., 2011); con el objetivo de suplir la necesidad de convertir las pymes en empresas competitivas que tengan la capacidad de generar cadenas de suministro con mejores indicadores de productividad, que no tiendan a desaparecer vertiginosamente y que puedan aportar al crecimiento del PIB y a la economía nacional; y contribuir al desarrollo empresarial de la ciudad de Tunja, se constituye el abordaje de una pequeña y mediana empresa del sur de la ciudad, porque es en las pymes donde se logra cambios sustanciales en la cadena de suministro generando mayor impacto en razón del tiempo en el que se logran resultados de mejora con las herramientas de mejoramiento continuo [4].

Objetivos

Objetivo General

Implementar la metodología Lean Six Sigma para la reducción de la tasa de defectos y desperdicios en la línea de producción de escritorios de oficina en la empresa Amoblarte de la ciudad de Tunja.

Objetivos específicos

Determinar las problemáticas asociadas con la generación de defectos y desperdicios en la línea de producción de escritorios de oficina en la empresa Amoblarte.

Desarrollar las etapas Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar (DMAIC) para dar solución a las problemáticas detectadas en la línea de producción de escritorios de oficina en la empresa Amoblarte.

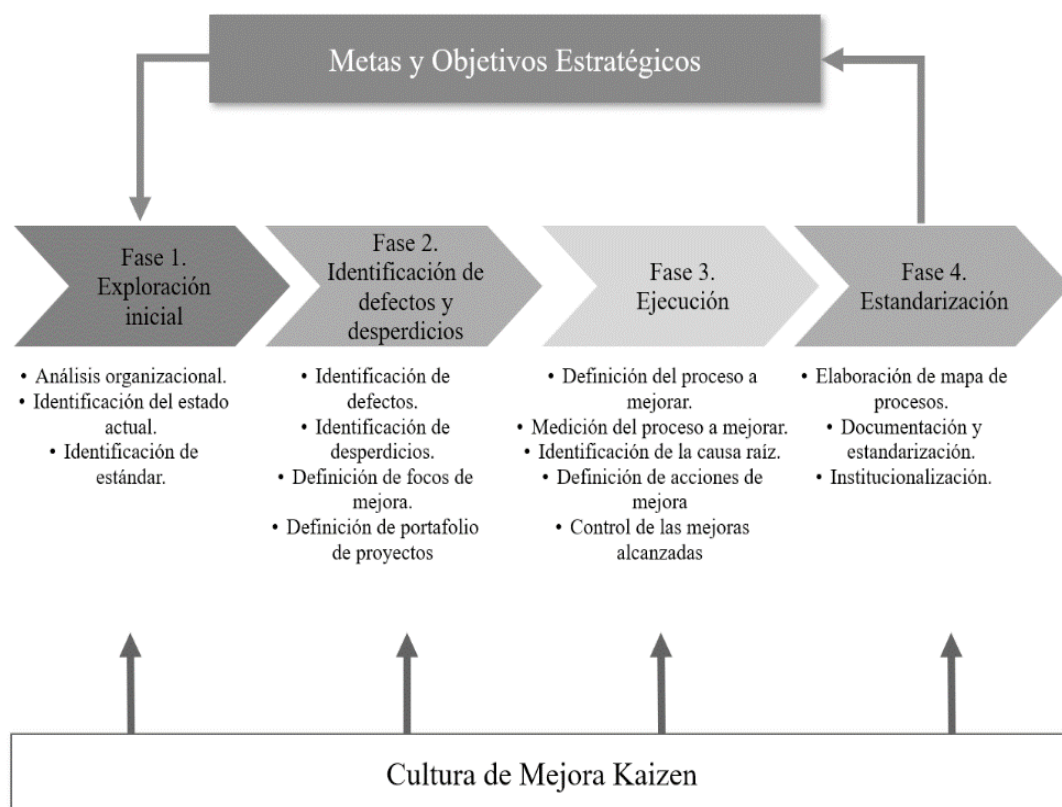


Estandarizar mejoras alcanzadas por la implementación de la metodología LSS en la empresa Amoblarte.

Metodología

201

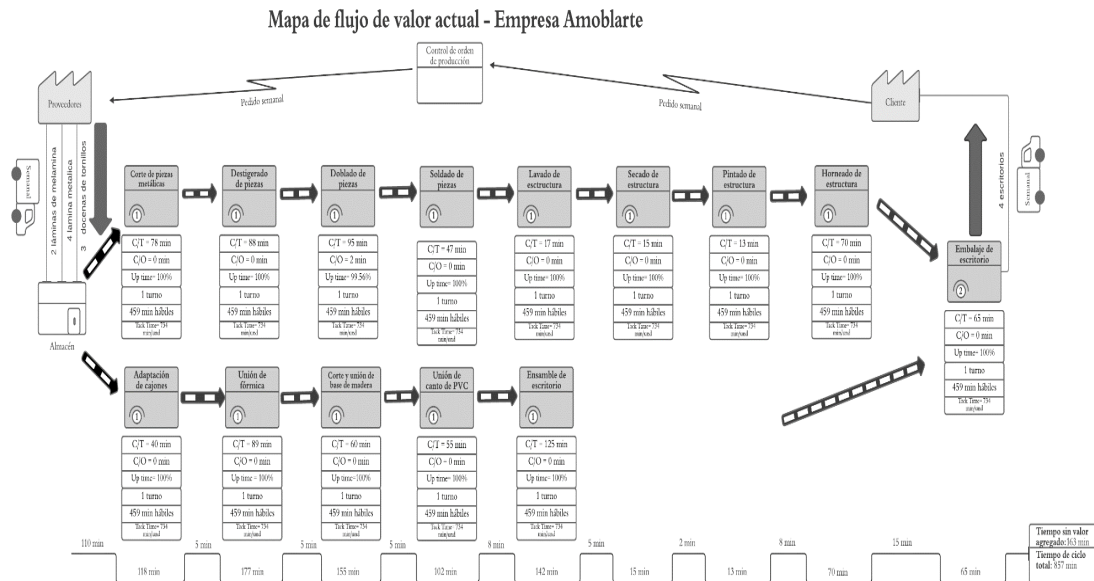
El presente proyecto se muestra como una investigación cuantitativa de nivel descriptivo con diseño no experimental, recolectado información desde el lugar de estudio, por lo cual se establece a su vez como investigación prospectiva, ya que los datos que se manejan son de fuentes primarias, siguiendo el método propuesto por [3].



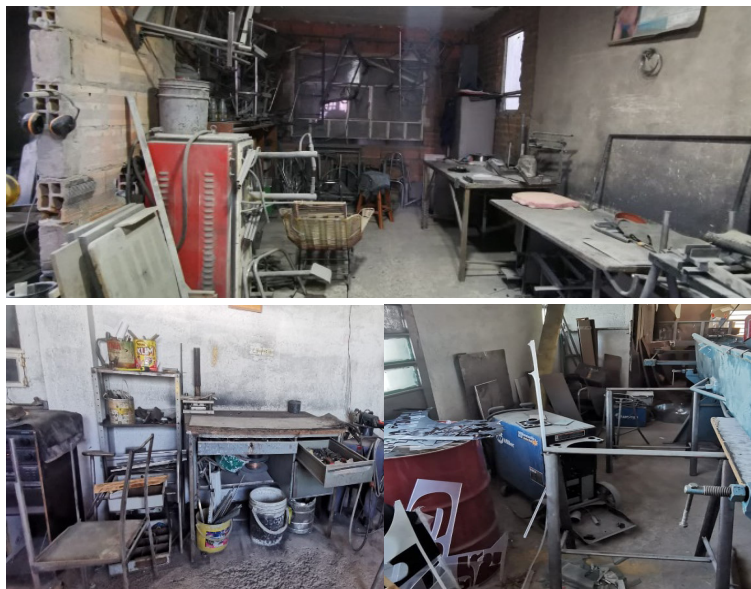
Resultados obtenidos o esperados

Mapa de flujo de valor

202



Identificación de estaciones de trabajo



Análisis de mudas

Análisis de mudas estación 1



Análisis de mudas estación 3



Análisis de mudas estación 3



Referencias

- [1] Metalmecánico de Boyacá-Colombia. *Revista ESPACIOS*, 39(16), 30, 0798 1015.
- [2] Douglas, E. D. (2003). *Integrating Six-Sigma Methods and Lean Principles to Reduce Variation and Waste in Delivery Performance to the Customer (Production System)* (Tesis de Maestría). Massachusetts Institute of Technology, Recuperado de <http://hdl.handle.net/1721.1/91782>.
- [3] Felizzola Jiménez, H., & Luna Amaya, C. (2014). Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas: Un enfoque metodológico. *Ingeniare*, 22(2), 263–277. DOI: <https://doi.org/10.4067/S0718-33052014000200012>.
- [4] Herrera Vega, J. C., Herrera Vidal, G., & González Polo, C. I. (2017). Mejora del proceso de fabricación de estibas de madera. Un caso de estudio. *Ingeniería Solidaria*, 13(23), 40–55. DOI: <https://doi.org/10.16925/in.v23i13.2004>.

Aplicación de los sistemas de calidad para la conservación de la inocuidad en la cadena productiva de la papa

Application of quality systems for the preservation of safety in the potato production Chain

Camilo Campiño ^a
David Castellanos ^a
María Paredes ^a

^a Grupo de investigación de procesos Organizacionales,
semillero de investigación en innovación y sustentabilidad,
Universidad Santo Tomas, Colombia)

Introducción

Este artículo busca presentar un análisis y una posible solución para el mejoramiento de los procesos de inocuidad de la papa (*Solanum tuberosum*), alimento consumido a diario por millones de personas, y que dada la cantidad de procesos que requiere desde su cultivo hasta la entrega a su consumidor final, está expuesta a diferentes tipos de contaminantes y aspectos ambientales, desde residuos sólidos hasta químicos nocivos usados para tratar el control de plagas buscando un estado propicio para el crecimiento de la papa

Problema de investigación

La PAPA un alimento el cual es de gran importancia para la dieta en la región y por ello es importante cuidar y tener en cuenta la calidad del producto desde su producción, pasando por los diferentes procesos hasta llegar al consumidor final.

Justificación

Tener un alcance el cual intervenga en la mejora continua de procesos agrícolas industrializados dándole una vía a la apertura, a que los campesinos y personas que trabajan la tierra dirigida al cultivo de la papa



Objetivos

General: Formular un sistema de calidad para conservar la inocuidad de la papa en toda la cadena de suministros.

207

Específico: Diseñar sistema de calidad para el sector en específico. Aplicar el sistema de calidad en la cadena productiva y de suministros de la papa

Metodología

- Análisis del problema
- Recolección de información primaria
- Revisión documental
- Formulación de sistema de calidad
- Resultados teóricos de la aplicación del sistema de calidad

Resultados esperados

El asegurar la inocuidad de la papa en todos los niveles de su producción puede generar diferentes subproductos a parte del cuidado el alimento, entre ellos están los altos niveles de competitividad productiva es decir tener un producto de alto nivel y calidad con características de exportación, favoreciendo el crecimiento productivo de uno de los sectores económicos mas importantes para el progreso del país. Se espera que la implementación del sistema de calidad permita generar herramientas a los campesinos de la región cundiboyacence y en específico el valle de sugamuxy a un bajo costo para que se aumente la producción segura de los alimentos y de ese modo ser mas competitivo y rentable el ejercicio de la agricultura en la región.

208

Referencias

<https://fedepapa.com/revista-papa/>

<http://hdl.handle.net/20.500.12324/36830>

https://cipotato.org/wp-content/uploads/congreso%20ecuatoriano%204/andre_devaux.pdf



**Implementación de la
metodología KAIZEN para
la mejora de los servicios de
peluquería y salones de belleza:
Caso Stilos Marleny**

**Implementation of the
KAIZEN methodology for the
improvement of hairdressing
and beauty salon services: Stilos
Marleny Case**

Juan Mejía Gomez ^a
Jonathan Nuncira Fuentes ^a

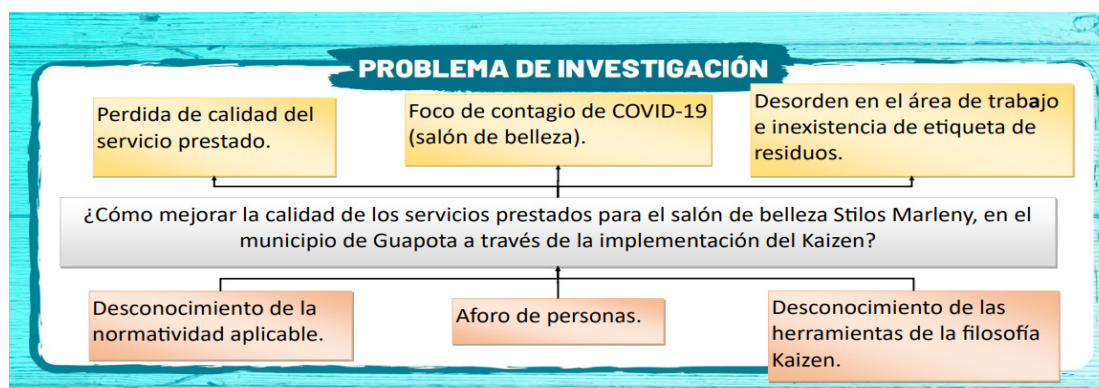
^a Grupo de investigación LOGyCA - Logística Gestión y
Calidad, semillero de investigación facultad de ciencias e
ingeniería, Universidad de Boyacá, Colombia, juamanmejia@uniboyaca.edu.co, jdnuncira@uniboyaca.edu.co)

210

Introducción

En el desarrollo del presente proyecto se realiza la implementación de acciones de mejora continua bajo la filosofía Kaizen, para el proceso de prestación del servicio en salones de belleza. En esta ocasión, se ha tomado como estudio de caso para la mejora continua la sala de belleza Stilos Marleny ubicada en el municipio de Guapota-Santander.

Problema de investigación



Justificación

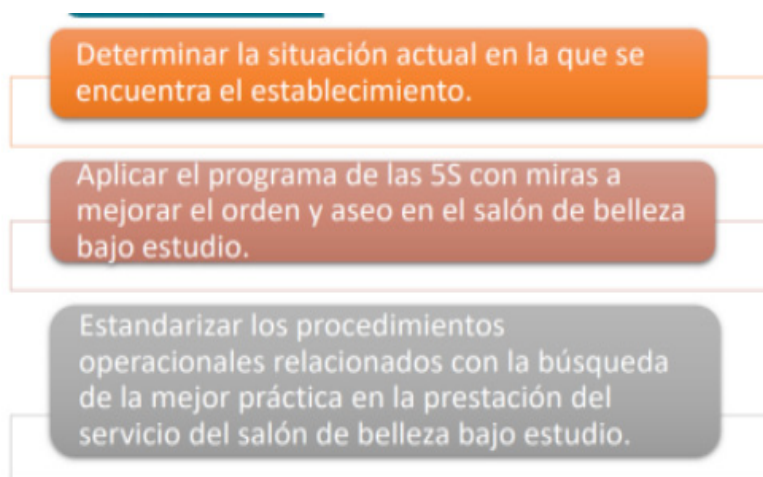
A partir de las exigencias legales y de buenas prácticas en la prestación de servicios de peluquería y belleza bajo la resolución 2117 de 2010, se pudo evidenciar que la Peluquería y Salón de Belleza Stilos Marleny cuenta con problemáticas de normatividad para establecimientos comerciales de belleza, dado que el establecimiento debe contar con un área de asepsia que permita la fácil limpieza, desinfección y esterilización de sus elementos. Además, carece de señales y limitación de las áreas que permitan la

información para orientar, guiar y organizar a los clientes. En tal sentido, aplicar los pilares del Kaizen en el salón de belleza bajo estudio ayudará al cumplimiento de los requisitos legales y a mejorar la productividad y en la prestación de sus diferentes servicios de belleza.

211

Objetivos

Implementar el método Kaizen para la mejora en la calidad del servicio ofertado en un salón de belleza del municipio de Guapotá-Santander.



Metodología



Resultados obtenidos o esperados

212

- Eliminar o reducir el tiempo de búsqueda y traslados innecesarios que hay en el salón
- Eliminación de desperdicios
- Eliminar riesgos laborales que suceden en el salón de belleza
- Estandarizar la prestación del servicio cumplimiento con el marco legal aplicable



Referencias

- [1] Alcaldía de Bogotá. (08 de 2014). Noveno lineamiento - matriz de cumplimiento legal (normograma) y procedimiento de evaluación periódica de lo legal. Obtenido de secretaria general: <https://n9.cl/t0xaf>
- [2] Contreras, E., Zambrano, D & Vaca, Y (2018). Análisis de mudas en el sector metalmecánico de Boyacá-Colombia. Espacios, 39(16), 1-30.
- [3] Contreras, E., Zambrano, D, & Salamanca, C. (2020). Estandarización de procesos misionales en talleres metalmecánicos del corredor industrial de Boyacá-Colombia. Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias, 8(24), 7-22.
- [4] Pérez Sierra, V., & Quintero Beltrán, L. C. (2017). Metodología dinámica para la implementación de 5's en el área de producción de las organizaciones. Revista Ciencias Estratégicas. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1513/151354939009.pdf>
- [5] Suárez-Barraza, M. F., y Miguel-Dávila, J. Á. (2011). Implementación del Kaizen en México: un estudio exploratorio de una aproximación gerencial japonesa en el contexto latinoamericano. Innovar. Revista de Ciencias Administrativas y Sociales, 21 (41), 19-37. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/innovar/article/view/35367/35731>

Innovación empresarial para madres cabeza de Familia del Departamento de Boyacá.

Business innovation for mothers who are heads of families in the Department of Boyacá.

Laura Daniela Aponte Gil ^a
María Paula Díaz Vergara ^a
Carlos Alirio Beltrán Rodríguez ^a

^a Grupo de investigación en gestión integral de los servicios y
productividad agroindustrial, GISPA Universidad Santo Tomás
Tunja – Colombia.

Introducción

Las madres cabeza de familia representan una población vulnerable con alta propensión a la discriminación y a la pobreza dados sus condiciones de escolaridad y de su papel familiar. El presente proyecto busca brindar formación y acompañamiento a comunidades de madres cabeza de familia del departamento de Boyacá, sobre emprendimiento, empresarismo e innovación empresarial. Se busca aplicar tres fases, en las que se capacitará a 50 madres cabeza de familia del departamento de Boyacá y posteriormente se brindará asesoría y acompañamiento en el proceso de emprendimiento empresarial a 5 emprendedoras madres cabeza y finalmente, se buscará la creación formal de por lo menos 1 empresa. Se realizará una amplia convocatoria dentro de la facultad de ingeniería industrial para vincular estudiantes dentro del proyecto.

Problema de investigación

Una madre cabeza de familia vive diversas situaciones en las cuales tienen la responsabilidad de velar y liderar el sostenimiento económico de sus familias y su hogar, sin embargo, dicha labor se ve amenazada por distintos factores, como “la pobreza, la falta de educación y el desempleo” al que se ven sometidas (Pinzón y Aponte, 2013). Por lo tanto, la educación de este grupo social, así como en general de toda la población debe ser una prioridad para el desarrollo económico de las regiones teniendo en cuenta que es una de las comunidades altamente vulnerables. De otro lado, el desarrollo económico y el bienestar asociado al mismo, no están siendo alcanzados como se esperaría en un departamento como Boyacá; una de las características, es la baja actividad innovadora, asociada con insuficientes incapacidades y condiciones del entorno para innovar (PDD, 2020). Por lo anterior, se requiere que las entidades públicas y privadas, puedan fomentar los procesos de capacitación y asesoría en áreas como el emprendimiento, empresarismo e innovación empresarial, especialmente a comunidades como las madres cabeza de familia, que por su condición vulnerable son más propensas a tener bajos niveles de escolaridad y altos de pobreza.

Justificación

216

El presente proyecto permitirá que distintos actores de comunidades vulnerables, como las de madres cabeza de familia del departamento de Boyacá, puedan mejorar su conocimiento sobre el emprendimiento, empresarismo e innovación empresarial, lo cual les permitirá entender la lógica básica de los negocios y poder poner a prueba sus ideas y modelos de negocio. Brindando una oportunidad educativa y de desarrollo personal para las comunidades beneficiadas, permitiendo ampliar sus perspectivas y opciones empresariales para contribuir al empleo y a una mejor economía del departamento. Finalmente, el presente proyecto generará motivación en algunos miembros de la comunidad de madres cabeza de familia en Boyacá, para que adquieran competencias en la elaboración de sus propios planes de negocio y que permitirá el fortalecimiento del desarrollo económico de la región.

Objetivos

General:

Brindar formación y acompañamiento a comunidades de madres cabeza de familia del departamento de Boyacá, sobre emprendimiento, empresarismo e innovación empresarial.

Específicos:

1. Capacitar a 50 madres cabeza de familia del departamento de Boyacá, sobre emprendimiento, empresarismo e innovación empresarial, con énfasis en Agroturismo.
2. Brindar asesoría y acompañamiento en el proceso de emprendimiento empresarial a 5 emprendedoras madres cabeza de familia del departamento de Boyacá, desde la ingeniería industrial.

Metodología

A través de encuentros sincrónicos realizados semanalmente, se realizó una asesoría con el fin de identificar los segmentos de clientes, perfil de clientes y diseño de propuesta de valor. Inicialmente se llevó a cabo un diagnóstico para determinar cuáles eran las



necesidades de cada negocio con el fin de elaborar un plan de trabajo. Se realizó una evaluación de la asesoría para verificar el cumplimiento de dichos objetivos

217

Resultados obtenidos o esperados

- 50 madres cabeza de familia, capacitadas en emprendimiento, empresarismo e innovación empresarial.
- 5 unidades de negocio de emprendedoras asesoradas: 17 asesorías a la fecha.
- Se certificó la asistencia de 49 madres cabeza de familia a las jornadas de capacitación.
- Se tienen las grabaciones de dichos encuentros.
- En repositorio quedaron los documentos resultantes con los perfiles del cliente con la correspondiente propuesta de valor para cada caso.
- Se han asesorado 5 empresas, de las cuales 3 ya han finalizado el proceso.
- Maderarte y Lonny Manualidades están en etapa final de la asesoría.
- Se espera realizar 4 asesorías más a unidades productivas de madres cabeza de familia.

Referencias

- [1] Avella Castelblanco, Juan Carlos; González Quisphi, María; Cabra Delgado, Angélica; Sierra Umaña, Yeiny Liset; Rueda Montañez, Julieth Marcela; Rodríguez Gaitán Cristian Camilo; Martínez Dedios, Anderson Nicoly. (2018). Boyacá en cifras, Camara de Comercio de Tunja.
- [2] Pinzón, C. and M. Aponte (2013). “Ausencia de capital social y vulnerabilidad de mujeres jefas de hogar.” La manzana de la discordia Vol. 8, No. 2: : 109-115.
- [3] Rodríguez Alfonso (2008). El emprendimiento en Colombia, Entramado, vol. 4, núm. 2, julio-diciembre, 2008, pp. 20-37 Universidad Libre Cali, Colombia.
- [4] WTTC. (2015). UN Sustainable Development Goals: WTTC.



**Formación de comunidades
campesinas cercanas a la cabecera
del municipio de tunja, sobre los
beneficios y posibilidades de la
utilización del agroturismo como
estrategia de diversificación del
negocio agrícola**

**Training of rural communities
near the head of the municipality
of Tunja, on the benefits and
possibilities of using agrotourism
as a strategy for diversifying the
agricultural business.**

Laura Catherine Rojas Mancipe ^a

Juan Sebastián Montaña Rivera ^a

Carlos Alirio Beltrán Rodríguez ^a

^a Grupo de investigación en gestión integral de los servicios y
productividad agroindustrial, GISPA Universidad Santo Tomás
Tunja – Colombia.

Introducción

Aunque Boyacá tiene un gran potencial turístico, dada su belleza natural y su riqueza histórica, una parte muy importante de su población campesina vive con escasos recursos económicos, con altos niveles de pobreza. Las oportunidades inmediatas, para este tipo de comunidades, pueden verse representadas por la diversificación de sus negocios con el componente del agroturístico. Con el presente proyecto se pretende brindar formación a comunidades campesinas cercanas a la cabecera del municipio de Tunja, sobre los beneficios y posibilidades de la utilización del agroturismo como estrategia de diversificación del negocio agrícola. Para lo cual, se pretende realizar 4 capacitaciones y la realización de 1 cartilla de divulgación sobre los beneficios, oportunidades y requerimientos de implementación del agroturismo. Se buscará la vinculación de estudiantes por medio de las estrategias de semilleros de investigación, de la realización de algunos trabajos asociados con materias afines al proyecto y de su participación voluntaria en algunas de las actividades del mismo.

Problema de investigación

Una de las principales actividades económicas del departamento de Boyacá es la agricultura, lo cual, se explica por el hecho de que más del 60% de su territorio está compuesto por suelos rurales, fértiles y aptos para agricultura. Esta característica natural, no solo representa un gran potencial para la producción alimentaria en el departamento, sino que, sumada al clima de la zona y a su acervo cultural, se considera uno de sus mayores potenciales turísticos [1].

Desde hace décadas, se viene implementado, alrededor del mundo y por parte de muchas familias campesinas, un tipo de turismo asociado con la agricultura, el cual se conoce como agroturismo. Esta estrategia se ha convertido en una opción para la diversificación del negocio agrícola y para la ampliación de los ingresos de estos hogares de manera sostenible [2].

Justificación

Este proyecto permitirá que distintos actores dentro de la cadena de valor del agroturismo entiendan las preferencias del turista y apliquen herramientas y estrategias de mejoramiento que permitan una expansión y crecimiento de alternativas, generando mayor valor al usuario y contribuyendo al empleo y a una mejor economía del sector rural del departamento.

Así mismo generará motivación en la comunidad en general para que adquieran competencias en la elaboración de sus propios planes de negocio con respecto al agroturismo y permitirá el fortalecimiento del desarrollo económico de la región

Objetivos

General: Brindar formación a comunidades campesinas cercanas a la cabecera del municipio de Tunja, sobre los beneficios y posibilidades de la utilización del agroturismo como estrategia de diversificación del negocio agrícola.

Específicos:

1. Diseñar una estrategia pedagógica para la capacitación de comunidades campesinas cercanas a la cabecera del municipio de Tunja.
2. Generar un contenido digital sobre agroturismo, para el fortalecimiento del conocimiento otorgado a las comunidades campesinas capacitadas dentro del proyecto.

Metodología

Las capacitaciones se realizarán por medio de exposiciones orales por parte de los profesores asociados al proyecto y sobre los contenidos teóricos más relevantes del agroturismo. Para ello se hará uso de algunos medios audiovisuales como el video-proyector. Las exposiciones incluirán dinámicas de grupo y serán diseñadas teniendo en cuenta el tipo de población a beneficiar y su nivel educativo. Así mismo, se fomentará la participación activa de los beneficiados mediante algunas estrategias como la aplicación de preguntas sobre el tema con el objetivo de mantener la atención durante toda la actividad.



Resultados obtenidos o esperados

222

1 propuesta de estrategia pedagógica de agroturismo en el departamento de Boyacá.

1 Cartilla digital con contenidos sobre agroturismo: beneficios y posibilidades de la utilización del agroturismo como estrategia de diversificación del negocio agrícola.

4 jornadas de capacitación sobre el conocimiento generado en la primera etapa (estado del arte) del proyecto: Diseño de una metodología de evaluación para escenarios de agroturismo en el departamento de Boyacá.

Referencias

- [1] Avella Castelblanco, Juan Carlos; González Quisphi, María; Cabra Delgado, Angélica; Sierra Umaña, Yeiny Liset; Rueda Montañez, Julieth Marcela; Rodríguez Gaitán Cristian Camilo; Martínez Dedios, Anderson Nicolay. (2018). Boyacá en cifras, Camara de Comercio de Tunja.
- [2] Boyacá, Gobernación de. (2016). Anuario estadístico gobernación de Boyacá año 2015 gobernación de Boyacá - departamento administrativo de planeación



**Propuesta para la valorización
industrial de los residuos orgánicos
generados en los cultivos de
fresa del municipio de Sibaté,
enmarcado en la economía circular**

**Proposal for the industrial
valorization of organic waste
generated in strawberry crops in
the municipality of Sibaté, framed
in the circular economy.**

Valery Tatiana González Castro ^a
Erica Fausiya Lanchero Rubiano ^b
Diana Karina López Carreño ^c
Javier Enrique Santana Lozano ^d

^a Facultad de ingeniería, Programa de Ingeniería Industrial, Semillero SIPMA
Universidad de Cundinamarca, vtgonzalez@ucundinamarca.edu.co

^b Facultad de ingeniería, Programa de Ingeniería Industrial, Semillero SIPMA
Universidad de Cundinamarca, eflancheros@ucundinamarca.edu.co

^c Facultad de ingeniería, Programa de Ingeniería Industrial, Semillero SIPMA-
Grupo GINDESOF Universidad de Cundinamarca, dklopez@ucundinamarca.
edu.co

^d Programa tecnológico prevención y control ambiental, Servicio Nacional de
Aprendizaje SENA, jesantana@sena.edu.co

Resumen

El aumento en la demanda de alimentos a nivel mundial ha generado una serie de impactos ambientales asociados a las actividades agrícolas, puesto que no se generan técnicas de aprovechamiento de los residuos resultantes de la limpieza de la tierra ya que en su mayoría son quemados o almacenados temporalmente causando la atracción de vectores y malos olores (Stürmer et al., 2020). Tal y como se evidencia en el municipio de Sibaté, debido a la ausencia de prácticas sostenibles en las unidades productivas de alimentos que promuevan la conservación del recursos naturales, por ende, se realizará un estudio que permita determinar que estrategia de aprovechamiento se alinea con las características físicas y químicas de los residuos teniendo como referente la Estrategia Nacional de Economía Circular definida por el Gobierno Nacional, la cual estipula acciones encaminadas a desarrollar un nuevo modelo de desarrollo económico que incluye la valorización continua de los recursos, el cierre de ciclos de materiales, entre otros aspectos.

Palabras Claves— Residuos Orgánicos, economía circular, cierre de ciclos productivos, sostenibilidad.

Abstract

The increase in the demand for food worldwide has generated a series of environmental impacts associated with agricultural activities, since there are no techniques for the utilization of the residues resulting from the cleaning of the land, since most of them are burned or stored temporarily causing the attraction of vectors and bad odors (Stürmer et al., 2020). As evidenced in the municipality of Sibaté, due to the absence of sustainable practices in food production units that promote the conservation of natural resources, a study will be conducted to determine which utilization strategy is aligned with the physical and chemical characteristics of the waste, taking as a reference the National Circular Economy Strategy defined by the National Government, which stipulates actions aimed at developing a new economic development model that includes the continuous valorization of resources, the closing of material cycles, among other aspects.

Keywords: Organic Waste, circular economy, closing of production cycles, sustainability

1. Introducción

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD, en cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible definidos como un llamado universal para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad para 2030 [1]. Donde se resalta la Producción y Consumo Sostenible como mecanismo para minimizar la huella de carbono en las diferentes actividades económicas, es importante señalar que, el sector alimentario proporciona el 22% del total de emisiones con gases efecto invernadero generados hacia el ambiente debido a la conversión de bosques en tierras de cultivo y a su vez, cada año se desperdician más de 1.300 millones de toneladas de alimentos a nivel mundial [2].

Por ende, el Departamento Nacional de Planeación establece que en Colombia se producen alrededor de 11,6 millones de residuos al año, de los cuales solo se aprovecha el 17% debido a la falta de segregación en la Fuente [3]. En paralelo, el documento CONPES 3874 de 2016 contempla que la reutilización y/o aprovechamiento de los desechos no ha sido considerada una prioridad, debido a que la adquisición de materias primas y el costo asociado a su disposición final resulta ser más económico. Sin embargo, en el territorio cundinamarqués se puede detallar como la mala consecución de prácticas relacionadas al manejo de residuos ha impedido el desarrollo y explotación agrícola del área rural, dado que para el año 2019 tras la implementación y ampliación de coberturas del programa de tecnificación agrícola, propuesta por el Gobierno de Colombia se estimó un total para el territorio departamental de 269.105 UPA (unidades de producción agrícola) capacitadas con estructura tecnológica capaz de maximizar la producción; en cambio, el objetivo propuesto de este modelo es inyectar capital tecnológico, sin tener en cuenta aspectos conceptuales y esquemáticos de la unidad agrícola por lo que únicamente brinda un ajuste a modelos productivos obsoletos que magnifica el problema de la gestión de los residuos orgánicos [4].

Así mismo, en el Departamento de Cundinamarca el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos se ve como un proceso aislado dentro del servicio de aseo público. El tratamiento de estos residuos se hace en vertederos o incineradoras que a menudo se encuentran en zonas minoritarias o deprimidas [3], teniendo en cuenta la producción

de residuos sólidos orgánicos por cada habitante se encuentra alrededor de 0,7 kg/Hab día [5]. Actualmente, existen problemas en el sistema de aprovechamiento, procesos de compostaje y lombricultivo del Departamento de Cundinamarca, presentando riesgos ambientales y de salud pública [3].

Para el caso del municipio de Sibaté la producción promedio de residuos sólidos como en Ubaté es de 508 Ton/Mes, de las cuales el 57 % son residuos de tipo orgánico. En su totalidad se disponen en el Relleno Sanitario Nuevo Mondoñedo, es decir, aproximadamente 9 Ton/día de residuos que son enterrados, lo que significa que se pierde este material aprovechable, se invierten recursos públicos y no retornan ganancias ni significan una inversión, simplemente gastos, con impactos ambientales negativos como complemento [6].

Ahora bien, con respecto al cambio climático este ocupa el puesto treinta y cinco (35) con mayor riesgo en el ranking departamental entre ciento diecisiete (117) entidades territoriales [1] esto se debe, a que generan el avance de factores ambientales en cuanto al aumento de la frontera agrícola cercana a cuerpos de agua, la constante demanda del recurso, erosión del suelo y descarga de residuos líquidos peligrosos provenientes de insumos químicos de carácter agroindustrial, sumados a la falta de programas sociales encaminados a una producción limpia, orgánica e incorporación de nuevas tecnologías que permitan mejorar la productividad [2].

Un estudio de valoración de residuos, se han propuesto conocer los desechos de la fruta, su cantidad, composición y manejo, además de brindar un mejor aprovechamiento y procesamiento, en cambio de ser llevados a rellenos sanitarios, implementando técnicas como el compostaje (como valor adicional, capturando el gas producido por el metano, para generación de energía), la lombricultura, el proceso fermentativo (mediante biocatalizador y concentración de iones), la ingeniería de matrices (conocida como ingeniería de alimentos que utiliza los elementos de composición, estructura y propiedades, para mejorarlas y potenciarlas), la alimentación animal entre otros [4].

Utilizando la valoración a través de la producción de compost puede reducir, prevenir la eutrofización, (Aumento de nutrientes en nitrógeno y fosforo, produciendo un efecto contaminantes en ecosistemas acuáticos en diferentes fuentes hídricas por la corrida de aguas en los fertilizantes utilizado en diversos cultivos) o incluso eliminar el uso de fertilizantes químicos puesto que tiene la capacidad de mejorar las condiciones fisicoquímicas del suelo aumentando su fertilidad actual [7], además puede brindar una solución a desequilibrios nutricionales de los suelos, costo de fertilizantes, calidad ambiental, mejorando la producción de los agricultores, renovando ciclos ecológicos promoviendo la mitigación de vertederos [8].

2. Metodología

228

A continuación, se describen las fases definidas para el desarrollo del proyecto en mención:

FASE 1. DIAGNÓSTICO

Con el fin de conocer la situación actual frente al manejo de los residuos orgánicos generados durante los procesos cosecha y post cosecha del fruto de la Fresa fragaria ejecutados en el municipio de Sibaté, Cundinamarca, se realizarán visitas que permitan realizar reconocimiento de la actividad agrícola, extensión productiva en la zona rural del municipio, variables operativas y condiciones geográficas que serán utilizados como insumo, para la consolidación de un método de recolección de la información mediante un muestreo de carácter no probabilísticos por conveniencia, con posibilidad de rechazo de la muestra, puesto que la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación, así mismo el procedimiento no es mecánico ni con base en fórmulas de probabilidad, sino que depende del proceso de toma de decisiones de los investigadores y desde luego, las muestras seleccionadas obedecen a otros criterios de investigación [9].

Por ende, se plantea desarrollar un plan detallado de procedimientos que conducen a reunir información sobre las fuentes de donde se obtendrán los datos, es decir, estos serán el resultado de observaciones y opiniones brindadas por los cultivadores de la zona, de igual forma, el método de recolección será de carácter virtual por medio de la plataforma de Forms de Office 365 a 10 unidades productivas, en ese sentido, su consecución permitirá identificar aspectos relacionados con el inventario del manejo de residuos sólidos orgánicos, aspectos e impactos ambientales de mayor relevancia, proceso productivo para la obtención del fruto, características de los residuos orgánicos generados, variables operativas del cultivo y el ciclo de vida de materias primas e insumos [9]. A continuación, se detallan las características a determinar para la selección muestra:

- Terreno utilizado para la obtención agrícola de Fresa fragaria.
- Uso de prácticas agrícolas convencionales, durante el proceso productivo.
- Su localización este cercano al cuerpo de agua del río Muña.
- No tener implementado ninguna tecnología o proceso de aprovechamiento de residuos orgánicos provenientes del proceso productivo.
- Localización geográfica en la zona rural del municipio.

Una vez recolectada la información, se realizará un diagrama de procesos que involucre las entradas y salidas de cada operación unitaria, desarrollada en la cosecha y post



cosecha, adicionalmente, se efectuará la tabulación de datos cuantitativos y cualitativos, seguido por la aplicación del formato base definido para la revisión ambiental inicial que contempla el diagnóstico económico, ambiental, de energía, almacén, aspectos sociales, seguridad y salud en el trabajo, con el fin de ser usado como insumos para la generación de un diagrama de relaciones que definan aspectos de mayor relevancia en la generación de residuos orgánicos que sean objeto de mejora y considerados de mayor relevancia para la valorización de los mismos, conforme a los lineamientos estipulados por la economía circular.

FASE 2. PLANTEAMIENTO DE ESTRATEGIAS

Con base en resultados obtenidos en la Fase 1, se estructurarán estrategias relacionadas con la valoración de los residuos orgánicos generados en el cultivo de Fresa fragaria, teniendo en cuenta aspectos relacionadas en la Estrategia Nacional de Economía Circular definida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en la cual se define como tipología de iniciativas innovadoras los modelos de valorización residuos donde se contempla aquellos que pueden ser usados en diferentes campos de acción, como por ejemplo: aprovechamiento energético de residuos, reciclaje de materiales, compostaje, vermicompostaje, lombricultivo, pacas biodigestoras, entre otros. Sin embargo, este documento hace hincapié que las oportunidades están orientadas bajo la línea del flujo de biomasa con potencial de obtención de fertilizantes orgánicos, enmiendas, bioenergía, articulados a encadenamientos productivos y la dinamización entre oferta y demanda. Por otra parte, la Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible estipula la generación de capacidades y cultura en producción y consumo sostenible asociada a estrategias que permitan mejorar hábitos de consumo que estén a favor de la protección de los recursos naturales y permitan la incorporación a nuevos mercados.

Luego, en relación a la estrategia que mayor presente compatibilidad con las necesidades del cultivo y cumpla la función de valorizar los residuos orgánicos provenientes de esta actividad económica, se aplicaran lineamientos definidos por la Norma Técnica Colombiana NTC 756 por medio de la cual se establecen parámetros para la toma de muestras de frutas y hortalizas. Por otra parte, se desarrollarán métodos de análisis fisicoquímicos por triplicado, de acuerdo con los lineamientos definidos en el marco normativos o guías prácticas de mayor relevancia definidos para la solución seleccionada, tales como NTC 5167 y el Manual de biogás establecido por la FAO [10].

FASE 3. ESTIMACIÓN DE LA VALORIZACIÓN DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS

Con el fin de estimar la obtención de los subproductos resultantes de las estrategias planteadas enmarcadas en la economía circular, se realizarán proyecciones de producción teniendo en cuenta variables operativas resultantes de las caracterizaciones planteadas para cada una de las estrategias. En ese sentido, su fundamentación estará dada por referentes bibliográficos que determinen tasas de generación de acuerdo a las condiciones reales del cultivo de Fresa fragaria. Adicionalmente, se desarrollará un plan de seguimiento y monitoreo que plantee acciones necesarias para realizar la verificación, vigilancia y evaluación de las actividades y obras formuladas en la solución, este tendrá mecanismos de medición a través indicadores que evidencien el nivel de producción alcanzado, metodologías que en particular se recomiendan para la toma de información y verificación incluyendo la periodicidad, la duración, los tipos de análisis, formas de evaluación y costos.

3. Análisis de resultados

Como propuesta de investigación, con relación a los resultados esperados se contempla recolectar información para evaluar la situación actual de las unidades productivas de los cultivos de Fresa fragaria en el municipio de Sibaté, Cundinamarca. Adicionalmente, se realizará la consolidación de una serie de estrategias que representen un potencial de aprovechamiento de los residuos orgánicos objeto de estudio en relación a las variables físicas y químicas, para luego determinar cuál es la estrategia que más se acopla a las necesidades del sector.

Por otra parte, se realizará la estimación de la valorización de los residuos orgánicos realizando proyecciones para la obtención de los subproductos enmarcado en estrategias de economía circular, seguido por la estructuración de un plan de seguimiento y monitoreo para brindar herramientas de apropiación social del conocimiento a los cultivadores mediante planes de capacitación que promuevan el desarrollo de prácticas agrícolas sostenibles y fomento para la incorporación de nuevas tecnologías.

Debido a que la modalidad de presentación es propuesta de proyecto, actualmente hemos adelantado visitas inspección de la zona rural del municipio, seguido del desarrollo del modelo de la encuesta que se va a realizar y el acercamiento directo con el personal encargado de la alcaldía con el fin de facilitar el ingreso a las unidades productivas, contacto directo con los cultivadores y acceso a la información con el fin de sustentar la situación actual debido a la falta de información publica de los últimos años.

4. Conclusiones y recomendaciones

231

La propuesta de investigación en términos de su desarrollo plantea aportar a la población objeto de estudio conforme se logre:

Identificar formas de gestión actual de los residuos orgánicos frente a la generación, clasificación, disposición y aprovechamiento procedentes de los cultivos de fresa, en cada una de sus etapas mediante el desarrollo de encuestas y recolección de información en alianza con la Alcaldía de Sibaté con el fin de determinar los residuos potenciales de aprovechamiento e identificación de las prácticas convencionales que promuevan afectación a factores bióticos y abióticos del ecosistema.

Establecer estrategias que permitan valorizar los residuos generados en los cultivos de fresa, mediante técnicas de transformación y aprovechamiento, a través de la caracterización de parámetros físicos y químicos de los desechos catalogados con potencial de aprovechamiento en relación a procesos de aprovechamiento que estén acordes a las necesidades del sector.

Estimar la valorización de los residuos orgánicos generados en los cultivos de fresa de acuerdo con los subproductos resultantes de las estrategias de la economía circular seleccionadas, promoviendo su industrialización, generando tasas de estimación de obtención de subproductos incluyendo inversión inicial, tasas internas de retorno, costos y gastos operacionales, seguido por planes de capacitación en el marco de la apropiación social del conocimiento.

Referencias

- [1] ACUERDO No. 06, 66, obtenido de: http://sibate-cundinamarca.gov.co/Transparencia/PlaneacionGestionControl/PDM_SIBATÉ_SOLIDARIO_Y_SOSTENIBLE.GOBIERNO_PARA_TODOS_2020-2024.pdf, 2020.
- [2] Alcaldía municipal de Sibaté, “Lineamientos para la formulación del informe de gestión”, Obtenido de: [http://www.sibate-cundinamarca.gov.co/Transparencia/Informedegestion20162019/Agua Potable y Saneamiento Básico \(Infraestructura\).pdf](http://www.sibate-cundinamarca.gov.co/Transparencia/Informedegestion20162019/Agua_Potable_y_Saneamiento_Básico_(Infraestructura).pdf), 2019.
- [3] Castañeda Torres, S., & Rodriguez Miranda, J. P., “Modelo de aprovechamiento sustentable de residuos sólidos orgánicos en Cundinamarca, Colombia”, Revista Universidad y Salud, Vol 19(1), 116. <https://doi.org/10.22267/rus.171901.75>, marzo, 2017.
- [4] Cury R, K., Aguas M, Y., Martínez M, A., Olivero V, R., & Chams Ch, L., “Residuos agroindustriales su impacto, manejo y aprovechamiento”, Revista Colombiana de Ciencia Animal - RECIA, Vol 9(S), obtenido de: <https://doi.org/10.24188/recia.v9.ns.2017.5>, mayo, 2017.
- [5] Gobernación de Cundinamarca, “Plan de Gestión Integral de Residuos Orgánicos de Cundinamarca”, marzo, 2014.
- [6] Guayara Pulido, K. R & Rodríguez Suárez, J. A., “Formulación de manejo integral de residuos sólidos orgánicos en el municipio de Cundinamarca”, Vol 1(2), obtenido de: <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/13983/GuayaraPulidoKarimRocio2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, 2018.
- [7] Rosas, D., Ortiz, H., Herrera, J. A., & Leyva, O., “Revalorización De Algunos Residuos Agroindustriales y Su Potencial De Aplicación a Suelos Agrícolas”, Revista Agroproductividad, Vol 9(8), agosto, 2016.
- [8] Vargas Corredor, Y. A., & Pérez Pérez, L., “Aprovechamiento de residuos agroindustriales en el mejoramiento de la calidad del ambiente”, Revista Facultad de Ciencias Básicas. <https://doi.org/10.18359/rfcb.3108>. marzo, 2018

- [9] Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & del Pilar Baptista Lucio, M., “Metodología de la investigación”, Mc Graw Hill, Ed.; Quinta, 2010
- [10] ICONTEC. (2011). NTC 5167. Productos para la industria agrícola. Productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes y enmiendas o acondicionadores de suelo (pp. 1–51).
- [11] Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, “Objetivos de Desarrollo Sostenible”, Obtenido de: <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>, 2020a.
- [12] Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, “Objetivo 12: producción y consumo responsable”, Obtenido de: <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/goal-12-responsible-consumption-and-production.html>, 2020b.



Conclusiones

El desarrollo del evento se llevó a cabo en feliz término, se cumplieron los dos objetivos referentes a promover la investigación científica aplicada dentro de los programas de pregrado de ingeniería industrial a nivel nacional y latinoamericano con la participación de 36 ponencias de 11 Universidades, así como la participación de 4 expertos, donde compartieron sus experiencias exitosas de proceso de investigación formativa en las diferentes temáticas que abarca la ingeniería industrial.

Se evidencio excelente acogida en cuanto a número de asistentes presenciales y virtuales, con una participación de 245 personas, adicionalmente, se evidencio el apoyo y compromiso de las diferentes sedes y seccionales de la Universidad Santo Tomás como pares evaluadores de los diferentes trabajos, adicionalmente, fue evidente el compromiso del equipo de trabajo de la facultad de ingeniería industrial de la seccional Tunja en la organización y desarrollo del evento, se contó con la participación de 8 estudiantes quienes apoyaron el desarrollo de cada una de las actividades de la ejecución del V ENSIIL.

